NORMA TÉCNICA CELG D

Transformador Tipo Pedestal

Especificação e Padronização

NTC-28
Revisão 2

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.

SETOR DE NORMATIZAÇÃO TÉCNICA

NTC-28

Transformador Tipo Pedestal

Especificação e Padronização

Revisão 2

ELABORAÇÃO: Engº Luiz Flávio Naves Rodrigues

REVISÃO 2: Engº Luiz Flávio Naves Rodrigues

APROV: _____	APROV: _____	APROV.: _____
Engº Luiz Flávio N. Rodrigues	Engº José Divino de Sousa Santos	Engº Humberto Eustáquio T. Correa
DT-DPTN	**DT-SPSE**	**DT**

DATA: JUL/14

ÍNDICE

SEÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
1.	OBJETIVO	1
2.	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	2
3.	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	6
4.	CONDIÇÕES GERAIS	6
4.1	Condições de Funcionamento e Instalação	6
4.2	Linguagens e Unidades de Medida	6
4.3	Garantia	7
4.4	Embalagem	7
4.5	Desenhos, Catálogos e Manuais a Serem Enviados Juntamente com a Proposta	8
4.6	Aprovação de Protótipos	9
4.7	Desenhos a Serem Submetidos Após a Adjudicação do Contrato	10
4.8	Tensão de Expedição	10
5.	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	11
5.1	Condições de Sobrecarga	11
5.2	Método de Resfriamento	11
5.3	Limites de Elevação de Temperatura	11
5.4	Marcação dos Enrolamentos e Terminais	11
5.5	Buchas	12
5.6	Chave de Abertura em Carga	12
5.7	Proteção Contra Sobrecorrente	12
5.8	Nível de Ruído	13
5.9	Estanqueidade e Resistência a Pressão	13
5.10	Requisitos Relativos à Capacidade de Suportar Curto-Circuito	13
5.11	Entrada e Saída dos Cabos	14
5.12	Acessórios	14
5.13	Placa de Identificação	15
5.14	Placas de Advertência	16
6.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	17
6.1	Materiais Isolantes	17
6.2	Características do Óleo Isolante	17
6.3	Tanque, Tampa e Radiadores	17
6.4	Buchas e Terminais	17
6.5	Dispositivo para Repouso de Cabos e Para-raios	18

SEÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
6.6	Acabamento do Tanque e Radiadores	18
6.7	Localização das Buchas de MT	19
6.8	Localização das Buchas de BT	19
6.9	Compartimento de Terminais	19
6.10	Juntas de Vedação	20
6.11	Parte Ativa	20
6.12	Dispositivo para Fixação em Pedestal	21
6.13	Inclinação da Parte Superior	21
6.14	Numeração de Série de Fabricação	21
6.15	Numeração Patrimonial	21
7.	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	22
7.1	Potências Nominais	22
7.2	Tensões Nominais	22
7.3	Frequência Nominal	22
7.4	Níveis de Isolamento	22
7.5	Derivações	22
7.6	Impedância de Curto-circuito	22
7.7	Perdas	22
7.8	Corrente de Excitação	23
7.9	Diagrama Fasorial, de Ligações e Indicação do Deslocamento Angular	23
7.10	Tensão de Radiointerferência	23
8.	INSPEÇÃO E ENSAIOS	24
8.1	Generalidades	24
8.2	Ensaios de Rotina	26
8.3	Ensaios de Recebimento	26
8.4	Ensaios de Tipo	27
8.5	Amostragens e Tolerâncias nos Resultados dos Ensaios	27
8.6	Aceitação e Rejeição	28
8.7	Relatórios dos Ensaios	29
9.	APRESENTAÇÃO DE PROPOSTA, APROVAÇÃO DE DOCUMENTOS E DE PROTÓTIPOS	30
9.1	Geral	30
9.2	Desenhos que Deverão Acompanhar a Proposta	30
9.3	Aprovação de Protótipos	31
ANEXO A	TABELAS	32
TABELA 1	NÍVEIS DE ISOLAMENTO	32

SEÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
TABELA 2	TOLERÂNCIA NAS PERDAS DOS TRANSFORMADORES	32
TABELA 3	VALORES GARANTIDOS DE PERDAS, CORRENTE DE EXCITAÇÃO E TENSÕES DE CURTO-CIRCUITO	32
TABELA 4	CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO E ESTABELECIMENTO MÍNIMA DO DISJUNTOR DE BT	33
TABELA 5	ACESSÓRIOS PARA TRANSFORMADORES	33
TABELA 6	DIMENSIONAMENTO DAS BUCHAS DE BAIXA TENSÃO	34
TABELA 7	NÍVEIS DE RUÍDO PARA TRANSFORMADORES ISOLADOS EM ÓLEO	34
TABELA 8	ESPESSURA MÍNIMA DAS CHAPAS DE AÇO	34
TABELA 9	PLANO DE AMOSTRAGEM PARA INSPEÇÃO GERAL, ÓLEO, PINTURA, GALVANIZAÇÃO, JUNTAS DE VEDAÇÃO E EMBALAGEM	35
TABELA 10	ESPECIFICAÇÃO DO ÓLEO ISOLANTE APÓS CONTATO COM O EQUIPAMENTO	36
ANEXO B	DESENHOS	37
DESENHO 1	TRANSFORMADOR PEDESTAL	37
DESENHO 1-A	TRANSFORMADOR PEDESTAL	38
DESENHO 2	BUCHA 1,3 kV – 400/800 A	39
DESENHO 2-A	BUCHA 1,3 kV – 400/800 A – CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	40
DESENHO 2-B	BUCHA 1,3 kV – TERMINAL T2	41
DESENHO 2-C	BUCHA 1,3 kV – TERMINAL T3	42
DESENHO 3	BUCHA 1,3 kV – 2000 A	43
DESENHO 3-A	BUCHA 1,3 kV – 2000 A – CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	44
DESENHO 4	BUCHA DE MT	45
DESENHO 5	TERMÔMETRO	46
DESENHO 6	BAIONETA	47
DESENHO 7	VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO	48
DESENHO 8	DISPOSITO DE ATERRAMENTO	49
DESENHO 9	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	50
DESENHO 10	SÍMBOLOS DE LIGAÇÃO E DIAGRAMAS FASORIAIS	51
DESENHO 11	MARCAÇÃO DE TERMINAIS	52
DESENHO 12	PLACA DE ADVERTÊNCIA (Externa)	53
DESENHO 13	PLACA DE ADVERTÊNCIA (Interna)	54
ANEXO C	INSPEÇÃO GERAL DOS TRANSFORMADORES	55
ANEXO D	VERIFICAÇÃO DO ESQUEMA DE PINTURA DOS TRANSFORMADORES	57

SEÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
ANEXO E	QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	59
ANEXO F	QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES	62
ANEXO G	COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO	63
ANEXO H	AVALIAÇÃO DE PERDAS E PENALIDADES	64
ANEXO I	ROMANEIO PADRÃO COM NUMERAÇÃO PATRIMONIAL E SERIAL	66

1. OBJETIVO

Esta norma estabelece a especificação e padronização das características elétricas e mecânicas dos transformadores trifásicos, tipo pedestal, para uso geral e em redes subterrâneas de distribuição, para sistemas radiais e radiais em anel, na tensão primária de 13,8 kV, com enrolamentos de cobre, imersos em óleo mineral isolante, com resfriamento natural.

2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os transformadores devem satisfazer às exigências desta, bem como de todas as normas técnicas, nas edições mais recentes, mencionadas a seguir

ABNT NBR 5034	Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV - Especificação.
ABNT NBR 5356-1	Transformador de potência - Parte 1: Generalidades.
ABNT NBR 5356-2	Transformador de potência - Parte 2: Aquecimento.
ABNT NBR 5356-3	Transformador de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar.
ABNT NBR 5356-4	Transformador de potência - Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores.
ABNT NBR 5356-5	Transformador de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos.
ABNT NBR 5370	Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência.
ABNT NBR 5405	Materiais isolantes sólidos - Determinação da rigidez dielétrica sob frequência industrial - Método de ensaio.
ABNT NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento.
ABNT NBR 5435	Buchas para transformadores sem conservador de óleo - Tensão nominal 15 kV e 25,8 kV - 160 A - Dimensões.
ABNT NBR 5437	Buchas para transformadores sem conservador de óleo, tensão 1,3 kV 160 A, 400 A e 800 A - Dimensões.
ABNT NBR 5438	Bucha para transformadores - Tensão nominal 1,3 kV, 2000 A, 3150 A, 5000 A - Dimensões
ABNT NBR 5440	Transformadores para redes aéreas de distribuição - Requisitos.
ABNT NBR 5458	Eletrotécnica e eletrônica - Transformadores - Terminologia.
ABNT NBR 5590	Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados - Especificação.
ABNT NBR 5915	Bobinas e chapas finas a frio de aço-carbono para estampagem - Especificação.
ABNT NBR 6234	Método de ensaio para determinação de tensão interfacial de óleo-água.
ABNT NBR 6323	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação.
ABNT NBR 6649	Chapas finas a frio de aço carbono para uso estrutural.
ABNT NBR 6650	Chapas finas a quente de aço carbono para uso estrutural.
ABNT NBR 6869	Líquidos isolantes elétricos - Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco).
ABNT NBR 7277	Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído.
ABNT NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio.
ABNT NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio.

ABNT NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio.
ABNT NBR 7400	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.
ABNT NBR 8094	Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à nevoa salina - Método de ensaio.
ABNT NBR 10443	Tintas e vernizes - Determinação da espessura de película seca sobre superfícies rugosas - Método de ensaio.
ABNT NBR 10505	Óleo mineral isolante - Determinação de enxofre corrosivo - Método de ensaio.
ABNT NBR 10710	Líquido isolante elétrico - Determinação do teor de água.
ABNT NBR 11003	Tintas - Determinação da aderência.
ABNT NBR 11341	Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland.
ABNT NBR 11388	Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas - Especificação.
ABNT NBR 11407	Elastômero vulcanizado - Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos - Método de ensaio.
ABNT NBR 11835	Acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 kV a 35 kV – Especificação.
ABNT NBR 11888	Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais.
ABNT NBR 12133	Líquidos isolantes elétricos - Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica) - Método de ensaio.
ABNT NBR 12134	Óleo mineral isolante - determinação do teor de 2,6-di-terciário-butil paracresol - Método de ensaio.
ABNT NBR 13882	Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB).
ABNT NBR 14248	Produtos de petróleo - determinação do número de acidez e da basicidade - Método do indicador.
ABNT NBR 14274	Equipamento elétrico - Determinação da compatibilidade de materiais impregnados com óleo mineral isolante.
ABNT NBR 15121	Isolador para alta tensão - Ensaio de medição de radiointerferência.

ANBT NBR NM IEC 60811-4-1	Métodos de ensaios comuns para materiais de isolação e de cobertura de cabos elétricos - Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno - Capítulo 1.

ABNT NBR IEC 60060-1	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio.
ABNT NBR IEC 60085	Isolação elétrica – Avaliação térmica e designação.
ABNT NBR IEC 60156	Líquidos isolantes - Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial - Método de ensaio.
ABNT NBR IEC 60529	Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP).

ABNT NBR ISO 724	Rosca métrica ISO de uso geral - Dimensões básicas.
ANSI C 57.12.26	Pad-Mounted Compartmental-Type, Self-Cooled, Three-Phase Distribution Transformers for Use With Separable Insulated High-Voltage Connectors, 2500 kVA and Smaller.
ANSI C57.12.28	Pad-Mounted Equipment - Enclosure Integrity.
ASTM A900	Standard Test Method for Lamination Factor Amorphous Magnetic Strip.
ASTM A901	Standard Specification for Amorphous Magnetic Core Alloys, Semi-Processed Types.
ASTM B117-03	Standard Practice for Operating Salt Spray (fog) Apparatus
ASTM D92	Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester.
ASTM D297	Standard Test Method for Rubber Products - Chemical Analysis.
ASTM D412	Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers - Tension.
ASTM D471	Standard Test Method for Rubber Property - Effect of Liquids.
ASTM D523	Standard Test for Specular Gloss.
ASTM D870	Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings Using Water Immersion.
ASTM D877	Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage of Insulating Liquids Using Disk Electrodes.
ASTM D924	Standard Test Method for Dissipation Factor (or Power Factor) and Relative Permittivity (Dielectric Constant) of Electrical Insulating Liquids.
ASTM D971	Standard Test Method for Interfacial Tension of Oil Against Water by the Ring Method.
ASTM D974	Standard Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration.
ASTM D1014	Standard Practice for Conducting Exterior Exposure Tests of Paints and Coatings on Metal Substrates.
ASTM D1500-07	Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale).
ASTM D1533	Standard Test Method for Water in Insulating Liquids by Coulometric Karl Fischer Titration.
ASTM D1619	Standard Test Methods for Carbon Black-Sulfur Content.
ASTM D1735	Standard Practice for Testing Water Resistance of coatings Using Water Fog Apparatus.
ASTM D2240	Standard Test Method for Rubber Property 8212; Durometer Hardness.
ASTM D2668-07	Standard Test Method for 2,6 *di tert* Butyl *p* Cresol and 2,6 di tert Butyl Phenol in Electrical Insulating Oil by Infrared Absorption.
ASTM D2247	Standard Practice for Testing Water Resistence of Coating in 100% Relative Umidity.
ASTM D3349	Standard Test Method for Absorption Coefficient of Ethylene Polymer Material Pigmented With Carbon Black.
ASTM D3359	Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.
DIN 50018	Testing in a Saturated Atmosphere in the Presence of Sulfur Dioxide.

IEC 60214-1 Tap-Changers – Part 1: Performance Requirements and Test Methods.

SIS-05-5900 Pictorial Surface Preparation Standard for Painting Steel Surfaces.

IEC 60076-1 Power Transformers - Part 1 - General.
IEC 60156 Insulating Liquids - Determination of the Breakdown Voltage at Power Frequency. - Test Method.
IEC 60247 Measurement of Relative Permittivity, Dielectric Dissipation Factor and DC Resistivity of Insulating Liquids.
IEC 61125 Unused Hydrocarbon Based Insulating Liquids - Test method for Evaluating the Oxidation Stability.

SIS-05-5900 Pictorial Surface Preparation Standard for Painting Steel Surfaces.

CISPR 16 Specification for Radio Interference Measuring Apparatus and Measurement Methods.

NTC-10 Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição - Classes 15 e 36,2 kV - Padronização e Especificação.
NTC-33 Acessórios Desconectáveis Especificação e Padronização.

Notas:

1) *Poderão ser aceitas propostas para equipamentos projetados e/ou fabricados através de normas diferentes das listadas, desde que essas assegurem qualidade igual ou superior às das mencionadas anteriormente. Neste caso, o proponente deverá citá-las em sua proposta e submeter uma cópia de cada uma à CELG D, indicando claramente os pontos onde as mesmas divergem das correspondentes da ABNT.*
2) *Tendo em vista o item acima, deve ficar claro que, após apreciação por parte da CELG D, não havendo concordância em relação às normas divergentes apresentadas, o posicionamento final da concessionária será sempre pela prevalência das normas ABNT.*
3) *Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da CELG D no local da inspeção.*
4) *Deverá ser usado o Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico) para todo e qualquer fornecimento a ser realizado.*
5) *Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta norma, mas que são usuais ou necessários para a eficiente operação dos equipamentos, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional.*
6) *Esta norma foi baseada nos seguintes documentos:*
   ABNT NBR 5356 - Transformadores de potência - Partes 1 a 5.
   ABNT NBR 5440 - Transformadores para redes aéreas de distribuição - Requisitos.
   ANSI C 57.12.26 Pad-Mounted Compartmental-Type, Self-Cooled, Three-Phase Distribution Transformers for Use With Separable Insulated High-Voltage Connectors, 2500 kVA and Smaller.

3. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta norma são adotadas as definições das normas ABNT: NBR 5356-1, NBR 5458 e NTC-10.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Condições de Funcionamento e Instalação

4.1.1 Condições Normais

Os transformadores devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- altitude limitada a 1000 m;
- temperatura: máxima do ar ambiente 40°C e média, em um período de 24 horas, 30°C;
- temperatura mínima do ar ambiente: 0°C;
- pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m^2);
- umidade relativa do ar até 100%;
- exposição direta a chuva e poeira;
- nível de radiação solar: 1,1 kW/m^2, com alta incidência de raios ultravioleta;
- instalados em base de concreto sobre o solo.

4.1.2 Condições Especiais

São consideradas condições especiais de funcionamento, transporte e instalação, as que podem exigir construção especial e/ou revisão de alguns valores nominais e/ou cuidados especiais no transporte, instalação ou funcionamento do transformador e que devem ser levadas ao conhecimento do fabricante.

4.1.3 Condições de Fornecimento

Os transformadores devem:

a) ser fornecidos completos, com todos os componentes necessários ao seu perfeito funcionamento;
b) ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante;
c) ter o mesmo projeto e serem essencialmente idênticos quando fizerem parte de um mesmo item do CFM;
d) ser projetados de modo que as manutenções possam ser efetuadas pela CELG D ou em oficinas por ela qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais;
e) atender as exigências constantes das últimas revisões da norma ABNT NBR 5356, salvo quando explicitamente citado em contrário.

4.2 Linguagens e Unidades de Medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência nos documentos de licitação nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor que por conveniência for mostrado em outras unidades de medidas também deve ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, desenhos, legendas, manuais técnicos, relatórios de ensaios, placas de identificação e de advertência devem ser escritas em português.

4.3 Garantia

O período de garantia dos equipamentos, obedecido ainda o disposto no CFM, será de dezoito meses a partir da data de entrada em operação ou vinte e quatro, a partir da entrega, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os equipamentos apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos pelas normas da CELG D, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor para o lote em questão. Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

O período de garantia deverá ser prorrogado por mais doze meses em quaisquer das seguintes hipóteses:

- em caso de defeito em equipamento e/ou componente que comprometa o funcionamento de outras partes ou do conjunto; sendo a prorrogação válida para todo equipamento, a partir da nova data de entrada em operação;
- se o defeito for restrito a algum componente ou acessório o(s) qual(is) não comprometam substancialmente o funcionamento das outras partes ou do conjunto, deverá ser estendido somente o período de garantia da(s) peça(s) afetadas, a partir da solução do problema, prosseguindo normalmente a garantia para o restante do equipamento.

4.4 Embalagem

a) Os transformadores com massa até 1500 kg deverão ser embalados, individualmente, em embalagem adequada que permita o seu manuseio, armazenagem e transporte, sem lhes causar danos, devendo a madeira empregada ser de boa qualidade, com tábuas de espessura mínima de 25 mm.
b) A embalagem deve ser confeccionada de forma a possibilitar:
   - uso de empilhadeira;
   - uso de pontes rolantes ou guindastes, neste caso, a embalagem deverá permitir a carga e a descarga através da orelha de suspensão do transformador.
c) Os transformadores deverão ser acondicionados de modo a proteger todas as partes da melhor maneira possível contra danos e perdas, oriundas de manuseio e condições climáticas extremas, durante o transporte.
d) Os materiais de acondicionamento não deverão ser retornáveis.
e) O fabricante deve apresentar, anexo à proposta, desenho detalhado da embalagem, especificando os materiais empregados**.**
f) Transformadores com massa acima de 1500 kg deverão ser totalmente envolvidos em plástico bolha, ficando dispensada a embalagem de madeira.
g) Cada volume deve trazer, indelevelmente, marcadas as seguintes indicações:

   - nome e/ou marca comercial do fabricante;
   - a sigla da CELG D;

- nome do equipamento;
- tipo e/ou modelo;
- tensão nominal;
- potência nominal;
- número do contrato de fornecimento de material (CFM);
- número da nota fiscal;
- massa bruta do volume, em kg;
- outras informações exigidas no CFM.

4.5 Desenhos, Catálogos e Manuais a Serem Enviados Juntamente com a Proposta

4.5.1 Geral

A proposta só será considerada quando o fabricante atender, obrigatoriamente, os seguintes requisitos:

a) apresentar cotação em separado para os ensaios de tipo;
b) apresentar o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas preenchido;
c) apresentar os relatórios dos ensaios constantes da Tabela 12;
d) apresentar os desenhos técnicos relacionados a seguir.

Notas:

1) *No caso de licitações nas modalidades de pregão, os documentos técnicos relacionados neste item, são dispensados de apresentação juntamente com a proposta, mas, deverão ser entregues pelo primeiro colocado imediatamente após a licitação, para análise técnica por parte da CELG D. Caso haja desclassificação técnica deste, os demais participantes deverão apresentar a referida documentação de acordo com a solicitação da CELG D.*
2) *Os ensaios de tipo devem ter seus resultados devidamente comprovados através de cópias autenticadas dos certificados de ensaios emitidos por órgão oficial ou instituição internacionalmente reconhecida, reservando-se a CELG D, o direito de desconsiderar documentos que não cumprirem este requisito.*

4.5.2 Desenho Dimensional, contendo:

Juntamente com a proposta para fornecimento, o proponente deverá apresentar uma cópia em português, com medidas no sistema métrico decimal, dos desenhos a seguir relacionados:

a) tipo e código do fabricante;
b) vistas principais dos equipamentos, por potência, mostrando a localização das peças e acessórios, dimensões e distâncias;
c) desenhos detalhados, em planta e cortes, do conjunto núcleo-enrolamentos indicando material usado e processos de montagem e de manutenção;
d) das placas de identificação e diagramática.
e) das placas de advertência;
f) das buchas e terminais de alta e baixa tensão, com dimensões, detalhes de montagem e características físicas e dielétricas, indicando fabricante, tipo e designação;
g) das alças para suspensão do transformador, com dimensões e material utilizado;

h) detalhamento da fixação e vedação da tampa indicando dimensões, número e tipo de parafusos de fixação e material utilizado;
i) do dispositivo de aterramento com dimensões e material utilizado;
j) do comutador interno, com dimensões, processos para fixação e indicação da marcação dos taps;
k) da base do transformador;
l) de todos os acessórios exigidos;
m) do suporte do fusível baioneta;
n) tipo de para-raios, com todas as suas características nominais;
o) tipos de desconectáveis com todas as suas características elétricas;
p) do seccionador para abertura em carga com todas as suas características elétricas;
q) uma cópia dos manuais de instrução, cobrindo instalação e manutenção do equipamento.

4.5.3 Documentos Complementares:

a) plano de inspeção e testes;
b) cronograma de fabricação;
c) lista de equipamentos que irão requerer armazenagem especial;
d) certificados dos ensaios de tipo pertinentes ao equipamento e aos componentes;
e) Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, Anexo C, preenchido;
f) Cotação dos Ensaios de Tipo, Anexo D;
g) Quadro de Desvios Técnicos e Exceções, Anexo E;
h) catálogos de todos os componentes.

4.5.4 Desenhos da Embalagem para Transporte, contendo:

a) dimensões;
b) massa;
c) detalhes para içamento;
d) tipo de madeira e tratamento utilizado;
e) localização do centro de gravidade.

4.6 Aprovação de Protótipos

Os fabricantes devem submeter à aprovação da CELG D, quando solicitado, protótipos de para-raios, nos seguintes casos:

a) fabricantes que estejam se cadastrando ou recadastrando na CELG D;
b) fabricantes que já tenham protótipo aprovado pela CELG D e cujo projeto tenha sido alterado.

Notas:

1) *Todos os custos decorrentes da aprovação dos protótipos correrão por conta do fabricante.*
2) *Os custos de envio das amostras para os laboratórios serão de responsabilidade do fornecedor.*

O prazo mínimo para apreciação dos protótipos será de trinta dias, a contar da data do recebimento pela CELG D de toda a documentação.

Para cada protótipo a ser encaminhado à CELG D o fabricante deve apresentar:

a) o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, de forma clara e totalmente preenchido, acompanhado de seus documentos complementares;
b) todos os relatórios de ensaios previstos no Item 8.4.

Todos os ensaios previsto no item 8.4 devem ser realizados por um dos seguintes órgãos laboratoriais:

a) governamentais;
b) credenciados pelo governo do país de origem;
c) de entidades reconhecidas internacionalmente;
d) do fornecedor, na presença do inspetor da CELG D.

Toda e qualquer divergência entre o equipamento aqui especificado e o protótipo, bem como os motivos dessas divergências, deve ser claramente explicitada no Quadro de Desvios Técnicos e Exceções.

4.7 Desenhos a Serem Submetidos Após a Adjudicação do Contrato

O fabricante deve enviar para aprovação, dentro de vinte dias após o contrato assinado, três cópias dos desenhos definitivos.

Estes desenhos devem ser os mesmos do item 4.5, com as possíveis correções solicitadas.

Uma cópia de cada desenho retornará ao fornecedor com a aprovação para fabricação ou com as indicações das modificações necessárias.

Caso sejam necessárias modificações, o fabricante deve fazer as correções e providenciar novas cópias para aprovação.

A aprovação de qualquer desenho pela CELG D não desobrigará o fabricante de toda a responsabilidade de realização do projeto, montagem e operação corretas, não o isentando de fornecer todos os materiais de acordo com o requerido no Contrato de Fornecimento de Material (CFM) e nesta norma.

O fabricante deve fornecer duas cópias do manual de instruções necessárias à instalação, operação e manutenção do equipamento.

4.8 Tensão de Expedição

Os transformadores deverão ser expedidos na tensão de 13800 V.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Condições de Sobrecarga

Os transformadores podem ser sobrecarregados de acordo com a ABNT NBR 5416.

Os equipamentos auxiliares, tais como buchas, comutadores de derivações e outros, devem suportar sobrecargas correspondentes a até uma vez e meia a potência nominal do transformador. Quando se desejarem condições de sobrecarga diferentes das acima mencionadas o fabricante deve ser informado.

5.2 Método de Resfriamento

O resfriamento deve ser do tipo ONAN.

5.3 Limites de Elevação de Temperatura

a) As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e outras partes dos transformadores, projetados para funcionamento nas condições normais, previstas em 4.1.1, não devem exceder os seguintes valores, quando ensaiados de acordo com a ABNT NBR 5356-2:

- enrolamentos (método da variação da resistência): 55°C;
- ponto mais quente dos enrolamentos: 65°C;
- do óleo: 55°C.

b) Os limites de elevação de temperatura são válidos para todas as derivações.

5.4 Marcação dos Enrolamentos e Terminais

5.4.1 Marcação dos Enrolamentos

Os terminais dos enrolamentos e respectivas ligações devem ser claramente identificados por meio de marcação constituída por algarismos e letras, as quais devem ser fielmente reproduzidas no diagrama de ligações. A marcação no compartimento de MT deve ser feita com tinta branca, resistente a umidade e sujeira, com altura dos caracteres de 30 mm.
No comutador de derivações a indicação das posições deve ser feita com caracteres gravados em baixo relevo e pintados com tinta indelével branca.

5.4.2 Terminais

Os terminais dos diversos enrolamentos devem ser marcados com as letras maiúsculas H e X. A letra H é reservada ao enrolamento de média tensão e a X ao enrolamento de baixa tensão.

Tais letras devem ser acompanhadas por números 0, 1, 2, 3, para indicar, o primeiro deles, o terminal de neutro e, os outros, os das diversas fases e derivações.

5.5 Buchas

a) As buchas devem ter nível de isolamento de valor igual ou superior ao nível de isolamento dos enrolamentos a que estão ligadas.
b) As buchas, montadas, devem ser capazes de suportar os ensaios dielétricos a que são submetidos os transformadores.
c) As buchas primárias devem ser do tipo poço, próprias para o uso de para-raios e acessórios desconectáveis tipo cotovelo, classe 15 kV, 200 A, conforme ABNT NBR 11835.
d) As buchas secundárias devem ser conforme especificado na ABNT NBR 5437, para buchas até 800 A ou ABNT NBR 5438, para buchas de 2000 A.

5.6 Chave de Abertura em Carga

Os transformadores devem ser equipados com uma chave tripolar, abertura sob carga, interrupção no óleo, operável por intermédio de bastão de manobra e dispositivo instalado na parte interna do cubículo de MT, corrente nominal mínima compatível com a potência do transformador e corrente momentânea 10 kA, 2s.

5.7 Proteção Contra Sobrecorrente

Os transformadores devem ser do tipo autoprotegido.

Os dispositivos de proteção devem permitir uma sobrecarga de 50% no transformador.

5.7.1 Proteção Primária

A proteção primária, contra defeitos internos no transformador, deve ser por intermédio de fusíveis tipo expulsão, imersos no óleo, instalados em base do tipo baioneta, em série com fusíveis limitadores de corrente. As características elétricas das baionetas devem ser compatíveis com as do transformador e dos fusíveis de expulsão e ter uma capacidade de interrupção mínima de 8 kA.

Os fusíveis de expulsão e limitadores de corrente devem ser instalados em série, entre as bobinas e as buchas de alta tensão.

Os fusíveis devem possuir curvas características tempo x corrente tais que possibilitem a coordenação com a proteção de retaguarda.

Os fusíveis tipo baioneta devem atuar para curtos-circuitos de média intensidade de corrente. Defeitos que impliquem em altas correntes devem ser isolados pelos fusíveis limitadores de corrente instalados internamente ao tanque.

As baionetas deverão instaladas em posição inclinada, de maneira a permitir a rápida substituição dos fusíveis, com acesso pelo compartimento de MT. As suas extremidades deverão ficar em posição superior ao nível máximo do óleo com os elementos fusíveis totalmente imersos nele.

As baionetas devem ter um sistema de travamento do fusível de modo a impedir a retirada ou expulsão acidental dele.

As baionetas deverão ser numerados F1, F2 e F3, para as fases A, B e C, respectivamente, conforme Desenho 1.

Os fusíveis limitadores necessitam da abertura do tanque para ser substituídos, implicando na retirada do transformador de serviço para que seja testado e então trocados os fusíveis.

O fabricante deve fornecer as curvas tempo x corrente dos fusíveis limitadores de corrente e expulsão.

5.7.2 Proteção Secundária (Quando Especificado)

Em conformidade com o especificado no CFM, a proteção secundária contra sobrecarga e curto-circuito poderá ser por intermédio de disjuntor termomagnético ou por fusíveis NH, instalados no compartimento de terminais de BT.

O fabricante deve fornecer as curvas características dos dispositivos de proteção. Quando forem utilizados disjuntores o fabricante deve fornecer as suas curvas de atuação para 25, 30 e 40°C de temperatura ambiente, e carregamentos iniciais de 50, 75 e 100% da potência nominal do transformador, além da curva de atuação sob condições de curto-circuito.

A capacidade de interrupção simétrica mínima do disjuntor deve ser compatível com a potência e o nível de curto-circuito do transformador em 380 V, e no mínimo conforme Tabela 4 do Anexo A.

A CELG D especificará no CFM o tipo de proteção secundária, se houver, a ser utilizada.

5.8 Nível de Ruído

Os níveis de ruído máximos admissíveis estão estabelecidos na Tabela 7.

5.9 Estanqueidade e Resistência a Pressão

O transformador completo, cheio de óleo, deve suportar uma pressão manométrica de 0,07 MPa, por um tempo de aplicação de 1 hora e, de 0,15 MPa durante 15 min. sem vazamento, perda de pressão, ruptura ou deformação do tanque.

5.10 Requisitos Relativos à Capacidade de Suportar Curto-Circuito

Para este ensaio o inspetor escolherá aleatoriamente uma unidade de cada potência do primeiro lote do CFM.

O ensaio deve ser executado de acordo com a ABNT NBR 5356-5 e itens 5.4 e 8.5.11 da NTC-10.

5.10.1 Capacidade Térmica de Suportar Curtos-Circuitos

Os transformadores devem ser capazes de suportar, sem se danificar, os efeitos térmicos causados por uma corrente de curto-circuito simétrica, em seus terminais primários, igual a 25 vezes a corrente nominal do transformador, durante 2 segundos.

O fabricante deve enviar, para cada ensaio de curto-circuito, a memória de cálculo referente à máxima temperatura média atingida pelo enrolamento após curto-circuito nas condições anteriormente estabelecidas.

Nota:

Os ensaios de rotina, antes e após o ensaio de curto-circuito, devem ser realizados no mesmo laboratório.

5.11 Entrada e Saída dos Cabos

A entrada e saída dos cabos, tanto de MT quanto de BT, deve ser pela parte inferior do transformador.

5.12 Acessórios

Os transformadores, salvo exigência em contrário, devem possuir os acessórios especificados na Tabela 5 do Anexo A**.**

5.12.1 Indicador Externo de Nível do Óleo

Deve ser colocado em local visível no transformador, no compartimento de baixa tensão. Deve ter referência para os níveis de óleo mínimo, máximo e a 25°C. Pode ser dos tipos coluna ou magnético.

5.12.2 Válvula para Drenagem e Retirada de Amostra do Óleo

A válvula de drenagem do óleo deve ser provida de bujão e ser colocada na parte inferior do tanque, conforme indicado nos Desenhos 1 e 1-A.

5.12.3 Meios de Aterramento do Tanque

Os transformadores devem ter na parte exterior do tanque, próximo à base, conforme indicado nos Desenhos 1 e 1-A, 2 dispositivos, de material não ferroso ou inoxidável, um no compartimento de MT e outro no de BT, que permitam fácil ligação a terra.

Este conector deve ser próprio para ligação de condutores de cobre ou alumínio de diâmetro 3,2 a 10,5 mm, conforme Desenho 8.

5.12.4 Meios para Suspensão da Parte Ativa e do Transformador Completamente Montado

Os transformadores devem dispor de meios (alças, olhais ou ganchos) em número de 4, para seu levantamento completamente montado, inclusive com óleo; devem também dispor de meios para o levantamento de sua parte ativa.

5.12.5 Sistema de Comutação de Tensões

O comutador de derivações deve ser do tipo comando rotativo, com mudança simultânea nas fases, para operação sem tensão, com o seu acionamento acessível através do compartimento de BT e permitir acomodação e contato eficientes em todas as posições, devendo ser instalado de forma a garantir a estanqueidade. A parte externa do comutador deve ser protegida por intermédio de tampa imperdível, confeccionada em alumínio.

O comutador deve ser conforme a IEC 20214-1, porém suportando no mínimo 300 operações contínuas sob temperatura mínima de 75°C, sob uma pressão de 2,0 kgf/cm², no ensaio de durabilidade mecânica.

Na manopla de acionamento deve estar escrito, de forma legível e indelével, "Operar Desenergizado".

Adicionalmente deve ser indicado próximo ao acionamento do comutador de forma visível e indelével os dizeres “OPERAR SEM TENSÃO.”

A rigidez dielétrica mínima do material do sistema de comutação deve ser 10 kV/mm, conforme método de ensaio previsto na ABNT NBR 5405.

As posições do sistema de comutação devem ser marcadas em baixo relevo e pintadas com tinta indelével branca.

5.12.6 Válvula de Alívio de Pressão

Composta de corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 daN, disco externo de vedação que impeça a entrada de poeira e umidade, anel externo de aço inox com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, dimensionado de forma a suportar uma força mínima de 11 daN. As partes externas devem ser resistentes a umidade e corrosão.

5.12.7 Termômetro do Óleo

Os transformadores devem ser providos de termômetro indicador da temperatura do óleo isolante, sem contatos, com faixa vermelha indicativa de temperatura acima da normal, provido de ponteiro de arraste indicativo da máxima temperatura atingida e escala graduada de 0 a 120°C, em intervalos de, no máximo, 5°C.

5.13 Placa de Identificação

a) O transformador deve ser provido de uma placa de identificação metálica, a prova de tempo, conforme Desenho 9.

A placa de identificação deve conter, indelevelmente marcadas, no mínimo as seguintes informações:

- as palavras "Transformador Tipo Pedestal";
- nome do fabricante e local de fabricação;
- número de série de fabricação;
- ano de fabricação;
- designação e data da norma brasileira (especificação);
- tipo (segundo a classificação do fabricante);
- número de fases;
- potência nominal, em kVA;
- diagrama de ligações, contendo todas as tensões nominais e de derivação;
- diagrama fasorial;
- impedância de curto-circuito, em porcentagem;
- tipo de óleo e volume necessário, em litros;
- massa total aproximada, em quilogramas;

- corrente nominal dos fusíveis de MT e BT;
- número do CFM.

b) A impedância de curto-circuito deve ser indicada para a derivação principal, referida à temperatura de referência.
Devem ser indicadas, para cada impedância de curto-circuito, as respectivas tensões nominais ou de derivação, a potência de referência e a frequência de referência.

c) O diagrama de ligações deve ser constituído de um esquema dos enrolamentos, mostrando as ligações permanentes, bem como todas as derivações e terminais, com os números ou letras indicativas. Deve conter, também, uma tabela mostrando, separadamente, as ligações dos diversos enrolamentos, com a disposição e identificação de todas as buchas, bem como a posição do comutador para a tensão nominal e as tensões de derivação.
Devem constar dele as tensões expressas em volts, não sendo, porém, necessário escrever esta unidade.

d) Deve ser de formato A6 (105 mm x 148 mm), sendo que os dados da placa e suas disposições devem estar de acordo com o disposto no Desenho 9. A placa deve ser de alumínio anodizado, com espessura mínima de 0,8 mm ou aço inoxidável com espessura de 0,5 mm, devendo ser localizada conforme Desenho 9 de modo a permitir fácil leitura dos dados.

e) A placa deve ser fixada através de rebites de material resistente à corrosão, em um suporte com base que impeça a deformação da mesma, soldado ao tanque.

f) Todas as instruções, dizeres e marcações devem ser escritos em português.

5.14 Placas de Advertência

Na parte externa, fixada na porta do compartimento de MT, deve existir outra placa com os dizeres "Perigo Alta Tensão - Não Abrir" e o símbolo da caveira.

No interior do compartimento de terminais primários deve existir placa de advertência com os seguintes dizeres: "Atenção - A instalação/retirada dos fusíveis baioneta, TDCs e para-raios somente deverá ser feita com o circuito primário desenergizado"

Estas placas deverão ter dimensões conforme indicado nos Desenhos 12 e 13, confeccionadas em aço inox ou alumínio anodizado, com gravação na cores preta ou vermelha e fundo na cor natural do material.

As placas deverão ser fixadas, nos locais indicados, através de rebites de material resistente a corrosão em suportes apropriados que impeçam a sua deformação.

6. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

As características construtivas dos transformadores tipo pedestal devem seguir o prescrito a seguir.

6.1 Materiais Isolantes

Os materiais isolantes dos transformadores devem ser de classe A (105°C).

6.2 Características do Óleo Isolante

O óleo mineral isolante a ser utilizado nos transformadores deve ser do tipo A (base naftênica) ou B (base parafínica) não inibido, de acordo com a Tabela 10.

6.3 Tanque, Tampa e Radiadores

a) O tanque e a respectiva tampa devem ser de chapas de aço, laminadas a quente, conforme as seguintes normas da ABNT: NBR 6648, NBR 6649, NBR 6650 e NBR 11888.
b) A espessura da chapa de aço do tanque deve ser tal que permita a instalação do transformador sem a necessidade de qualquer proteção mecânica adicional.
c) O transformador deve ser projetado e construído para operar hermeticamente selado, devendo suportar variações de pressão interna, bem como o seu próprio peso, quando levantado.
d) Nos radiadores, devem ser utilizadas chapas conforme ABNT: NBR 5906 e NBR 5915, com no mínimo, 1,2 mm de espessura ou tubos conforme NBR 5590, com no mínimo 1,5 mm de espessura, desde que sua fabricação resista aos ensaios previstos na ABNT NBR 5356.
e) As tampas dos transformadores devem ser fixadas por intermédio de parafusos e presilhas que garantam a estanqueidade e providas de sobretampa de inspeção que permita acesso à parte ativa e substituição dos fusíveis limitadores de corrente, não sendo permitido em hipótese alguma o uso de solda como meio de fechamento.

6.4 Buchas e Terminais

a) As buchas primárias devem ser do tipo cavidade para inserção (poço) próprias para o uso de para-raios e terminais desconectáveis tipo cotovelo (TDCs) classe 15 kV, 200 A, com dispositivo para instalação dos grampos de fixação dos TDCs, conforme ABNT NBR 11835 e Desenho 4
c) As buchas de média tensão e de baixa tensão devem ser localizadas conforme Desenhos 1 e 1-A.
d) Os terminais deverão ser estanhados de modo a permitir a utilização tanto de condutores de cobre quanto de alumínio.
e) As buchas de MT devem ser providas de cobertura protetora.
f) As buchas secundárias devem ser conforme especificado na ABNT NBR 5437, para buchas até 800 A ou ABNT NBR 5438, para bucha de 2000 A e Desenhos 2, 2-B, 2-C e 3.

6.5 Dispositivo para Repouso de Cabos e Para-raios

Os transformadores devem ser equipados com suporte apropriado para repouso de cabos e de para-raios de MT, quando desconectados, conforme Desenho 1,localizados no compartimento de MT.

6.6 Acabamento do Tanque e Radiadores

6.6.1. Geral

a) O tanque e radiadores não devem apresentar impurezas superficiais.
b) As superfícies internas e externas devem receber um tratamento que lhes confira uma proteção eficiente contra a corrosão e o material utilizado não deve afetar nem ser afetado pelo óleo. A preparação das superfícies e respectiva proteção contra corrosão devem ser executadas em conformidade com a ABNT NBR 11388.
c) As superfícies externas devem receber um esquema de pintura tal que suportem os ensaios prescritos no item 8.3.b.
d) Os flanges das buchas, os parafusos e porcas externas ao transformador não poderão receber pintura e deverão ser galvanizados por imersão a quente.

6.6.2. Pintura Interna

a) Preparação da Superfície

Logo após a fabricação do tanque as impurezas devem ser removidas através de processo adequado.

b) Tinta de Fundo

Deve ser aplicada base anti-ferruginosa que não afete e nem seja afetada pelo líquido isolante, com espessura seca mínima de 30 μm.

6.6.3 Pintura Externa

a) Preparação da Superfície

Logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas através de processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual Sa 2 1/2 da Norma SIS-05-5900.

b) Tinta de Fundo

Deve ser aplicada base anti-ferruginosa, com espessura seca total mínima de 40μm.

c) Tinta de Acabamento

Deve ser aplicada tinta compatível com a tinta de fundo utilizada, na cor verde, notação Munsell 2.5 G 3/4, com espessura seca total mínima de 120 μm.

6.7 Localização das Buchas de MT

Olhando-se o transformador de frente, deverão ser utilizados 2 grupos de terminais, denominados A e B localizados no compartimento de MT do transformador, conforme descrito a seguir:

- os terminais "A" deverão ser posicionado do lado esquerdo, quando se olha o transformador de frente, e os terminais "B" do lado direito;
- o terminal H1, lado "A", na parte superior e os demais na sequência numérica de cima para baixo, marcados H1A, H2A e H3A;
- os terminais, lado "B", deverão ser posicionados da mesma forma e marcados H1B, H2B e H3B;
- os terminais deverão ser posicionados de cima para baixo, com os terminais H1A e H1B ocupando as partes esquerda e direita do compartimento, respectivamente, de maneira que os demais fiquem deslocados lateralmente uns em relação aos outros, de forma escalonada e não interfiram na instalação do TDC e do para-raios, conforme Desenho 1.

6.8 Localização das Buchas de BT

O terminal X0 deve ficar localizado à esquerda, quando se olha o transformador de frente, os demais terminais devem seguir a ordem numérica, da esquerda para a direita.

Terminal de Neutro

O terminal de neutro deve ser idêntico aos demais e marcado com a letra correspondente ao enrolamento seguida do número zero (X0).

6.9 Compartimentos de Terminais

O compartimento de MT deve ser separado do de BT, sendo que a abertura da sua porta somente poderá ser efetuada após a abertura da porta do compartimento de BT.

Olhando o transformador de frente o compartimento de baixa tensão deve estar localizado do lado direito.

As portas dos compartimentos deverão ser providas de dispositivos de fechamento equipados com fechaduras tipo Cremona com maçaneta.

As portas também deverão possuir sistema de dobradiças embutidas que permita a retirada das mesmas e o travamento com abertura mínima de 90°, instaladas de maneira tal que impossibilite sua remoção pela parte externa.

As portas devem ser aterradas através de cordoalhas de cobre estanhadas, de maneira que possam ser removidas quando as referidas portas forem retiradas.

Os transformadores devem ser construídos de maneira a não possuir aberturas que permitam a introdução de objetos tais como fios ou fitas.

Os compartimentos de MT e BT devem ser separados por intermédio de uma barreira metálica removível.

6.10 Juntas de Vedação

a) Devem ser feitas de elastômero resistente à ação do óleo aquecido à temperatura de 105°C, à ação da umidade e dos raios solares, com as seguintes especificações:

- densidade: (ASTM D297): 1,15 a 1,30 g/cm³;
- dureza shore: (ASTM D2240): 67 ± 5 pontos;
- cinzas: (ASTM D297): 1 a 3%;
- enxofre livre: (ASTM D1619): negativo;
- resistência a tração: (ASTM D412): 100 ± 10 kg/cm²;
- deformação permanente: (NBR 10025): 70 horas a 100°C, máximo 15% a compressão;
- envelhecimento: (ASTM D471): 166 horas em óleo isolante a 100 e 125°C, com:
    - variação de volume = - 5% a + 10%
    - variação de dureza = ± 5 pontos.

b) As juntas de seção circular devem ser alojadas em leito apropriado para evitar seu deslizamento.

6.11 Parte Ativa

6.11.1 Núcleo

O núcleo deverá ser constituído de chapas planas de aço silício de grãos orientados de alta permeabilidade e baixas perdas. O tipo de construção deve permitir o seu reaproveitamento, em caso de manutenção, sem a necessidade do uso de máquinas ou ferramentas especiais.

As lâminas devem ser presas por uma estrutura apropriada que sirva como meio de centrar e firmar o conjunto núcleo-bobina ao tanque, de tal modo que esse conjunto não tenha movimento em qualquer direção. Esta estrutura deve propiciar a retirada do conjunto do tanque.

Os tirantes que atravessam as lâminas do núcleo devem ser isolados destas e aterrados.

Todas as porcas dos parafusos utilizados na construção do núcleo devem ser providas de travamento mecânico ou químico.

O núcleo e suas ferragens de fixação devem ser conectados ao tanque do transformador, através de um único ponto, utilizando-se como meio de ligação uma fita de cobre.

6.11.2 Enrolamentos

Os enrolamentos deverão ser construídos com condutores de cobre ou alumínio e devem ser capazes de suportar, sem danos, os efeitos térmicos e mecânicos de correntes de curto-circuito externos, em conformidade com o item 5.10.

6.12 Dispositivo para Fixação em Pedestal

A parte inferior do transformador deve ter uma estrutura tal que permita a sua fixação em base de concreto, por intermédio de parafusos.

Os dispositivos de fixação devem ser, no mínimo, 2 localizados internamente aos compartimentos de MT e BT.

6.13 Inclinação da Parte Superior

Os transformadores deverão ter uma inclinação na sua tampa superior, de maneira a evitar acúmulo de água, dirigindo o seu escoamento para a parte posterior.

6.14 Numeração de Série de Fabricação

O fabricante deverá puncioná-la, conforme indicado nos Desenhos 1 e 1-A, nos seguintes locais:

a) na placa de identificação;
b) na tampa do tanque;
c) em uma das barras de aperto superiores do núcleo;
d) na parte frontal do compartimento de MT.

6.15 Numeração Patrimonial

a) deve ser pintada em todos os transformadores a numeração patrimonial fornecida pela CELG D.
b) Os Desenhos 1 e 1-A indicam o local onde a referida numeração deve ser pintada.
c) A marcação deve ser indelével com tinta branca, resistente às intempéries, tamanho dos caracteres 30 mm.
d) O fabricante deve fornecer à CELG D, após a liberação dos equipamentos, uma relação onde conste o número de série de fabricação de cada transformador com o respectivo número patrimonial.
e) Deverá ser pintado também, nos locais indicados, a potência e a tensão nominal do transformador.

7. CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

7.1 Potências Nominais

A potência nominal deve ser selecionada dentre as seguintes: 75; 112,5; 150; 225; 300; 500, 750 e 1000 kVA.

7.2 Tensões Nominais

As tensões padronizadas são as seguintes:

- primária: 13,8 kV;
- secundária: 380/220 V.

7.3 Frequência Nominal

A frequência nominal é 60 Hz.

7.4 Níveis de Isolamento

Os níveis de isolamento são os constantes da Tabela 1.

7.5 Derivações

7.5.1 Número de Derivações

Salvo especificação diferente, os transformadores devem ter, no enrolamento de alta tensão, pelo menos, três derivações, além da principal.

7.5.2 Faixa de Derivações

A faixa de derivações vai de 12 a 13,8 kV, com taps variando de 600 em 600 V.

7.6 Impedância de Curto-Circuito

a) A CELG D deve especificar a impedância de curto-circuito, em percentagem, nas derivações principais e nas outras combinações de derivações que julgar necessário.
b) A impedância de curto-circuito medida deve manter-se dentro dos limites de tolerância de ± 7,5 %, em relação ao valor declarado pelo fabricante.

7.7 Perdas

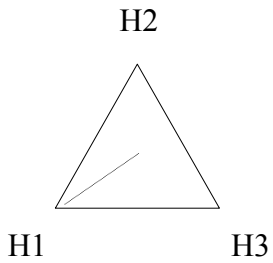
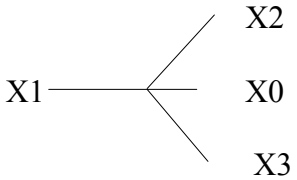
a) O fabricante deve garantir as perdas em vazio e as perdas totais, na temperatura de referência, com tensão senoidal, à frequência nominal, na derivação principal. A CELG D pode indicar para quais derivações, além da principal, o fabricante deve informar as perdas em vazio e as perdas totais.
b) As perdas obtidas no ensaio de um ou mais transformadores, de cada ordem de compra, não devem exceder as perdas garantidas, em percentagem superior à indicada na Tabela 2.

7.8 Corrente de Excitação

a) O fabricante deve declarar o valor percentual da corrente de excitação, referido à corrente nominal do enrolamento em que é medida.
b) A corrente de excitação não deve exceder, em mais de 20%, o valor declarado.
c) No caso de encomenda de dois ou mais transformadores iguais a mesma tolerância deve ser aplicada ao transformador individualmente, não podendo, porém a média dos valores de todos os transformadores exceder o valor declarado pelo fabricante.

7.9 Diagrama Fasorial, de Ligações e Indicação do Deslocamento Angular

Os enrolamentos primários devem ser ligados em triângulo e os secundários em estrela aterrada, sendo o deslocamento angular entre eles de 30°, com as fases de baixa tensão atrasadas em relação às correspondentes de alta tensão. A designação da ligação é Dyn1, conforme diagrama fasorial abaixo:

Tensão máxima do equipamento (kV)	Primário	Secundário
15		

O diagrama de ligações deve ser conforme Desenho 10. A figura é orientativa, exceção feita à numeração das derivações e terminais.

7.10 Tensão de Radiointerferência

O valor máximo de tensão de radiointerferência (TRI), quando o transformador é submetido a 1,1 vezes o valor da tensão da maior derivação, medido de acordo com a ABNT NBR 15121é de 250 μV.

8. INSPEÇÃO E ENSAIOS

8.1 Generalidades

a) Os transformadores devem ser submetidos a inspeção e ensaios na fábrica, de acordo com esta norma e com as normas da ABNT aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela CELG D, devendo a CELG D ser comunicada pelo fornecedor com pelo menos 15 (quinze) dias de antecedência se fornecedor nacional e 30 (trinta) dias se fornecedor estrangeiro, das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios.

b) A CELG D reserva-se o direito de inspecionar e testar os transformadores e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o equipamento em questão estiver sendo fabricado, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da CELG D, o seu Plano de Inspeção e Testes, que deverá conter as datas de início da realização de todos os ensaios, os locais e a duração de cada um deles, sendo que o período para inspeção deve ser dimensionado pelo proponente de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos na proposta de fornecimento.
O plano de inspeção e testes deve indicar os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos.

d) Certificados de ensaio de tipo para equipamento de características similares ao especificado, porém aplicáveis, podem ser aceitos desde que a CELG D considere que tais dados comprovem que o equipamento proposto atende ao especificado.
Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipo existentes, será tomada posteriormente pela CELG D, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

e) O fabricante deve dispor de pessoal e de aparelhagem, próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios (em caso de contratação deve haver aprovação prévia por parte da CELG D).

f) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO, válidos por um período máximo de um ano. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.

g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da CELG D o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar

todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

h) A aceitação dos equipamentos e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

- não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta norma;
- não invalida qualquer reclamação posterior da CELG D a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os transformadores podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

i) Após a inspeção dos transformadores, o fabricante deve encaminhar à CELG D, por lote ensaiado, um relatório completo dos ensaios efetuados, incluindo oscilogramas, em três vias, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela concessionária.
Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos ensaios e os resultados obtidos.

j) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a CELG D, sendo o fabricante responsável pela recomposição de unidades ensaiadas, quando isto for necessário, antes da entrega à CELG D.

k) Nenhuma modificação no transformador deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da CELG D. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da CELG D, sem qualquer custo adicional.

l) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.

m) A CELG D reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em transformadores já aprovados. Neste caso, as despesas serão de sua responsabilidade se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.

n) Os custos da visita do inspetor da CELG D (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos) correrão por conta do fabricante se:
- na data indicada na solicitação de inspeção o equipamento não estiver pronto;
- o laboratório de ensaio não atender às exigências de 8.1.e até 8.1.f;
- o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em sub-fornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa;
- os ensaios de recebimento e/ou tipo forem efetuados fora do território brasileiro.

8.2 Ensaios de Rotina

Todos os ensaios de rotina, recebimento e tipo devem ser executados em conformidade com o previsto na ABNT NBR 5356, Partes 1 a 5 e NTC-10.

Os ensaios de rotina são feitos pelo fabricante, em sua fábrica, cabendo à CELG D o direito de designar um inspetor para assisti-los e são os seguintes:

a) inspeção geral

deve ser executada conforme amostragem indicada na Tabela 9 e consiste dos seguintes ensaios:

- inspeção visual;
- verificação das características dimensionais e dos componentes;

b) ensaios elétricos, estanqueidade e verificação do funcionamento dos acessórios:

estes ensaios devem ser executados em todas as unidades de produção e seus resultados apresentados ao inspetor da CELG D:

- resistência elétrica dos enrolamentos;
- relação de tensões;
- resistência de isolamento;
- polaridade;
- deslocamento angular e seqüência de fases;
- perdas em vazio e em carga;
- corrente de excitação;
- tensão de curto-circuito;
- tensão suportável nominal à frequência industrial;
- tensão induzida;
- estanqueidade;
- verificação do funcionamento dos acessórios (indicador de nível do óleo, válvula de alívio de pressão e termômetro).

8.3 Ensaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento são os seguintes:

a) todos os ensaios relacionados em 8.2;
b) verificação do esquema de pintura;
c) galvanização;
d) ensaios do líquido isolante:
- rigidez dielétrica;
- teor de água;
- fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação;
- tensão interfacial;
- ponto de fulgor.

Nota:
Os ensaios do óleo isolante devem ser realizados após os ensaios elétricos.

8.4 Ensaios de Tipo

A CELG D especificará, no CFM, os ensaios desejados e o número de unidades da encomenda sobre as quais devem ser executados; nesse caso, cabe-lhe o direito de designar um inspetor para assisti-los. No caso de existirem resultados de ensaios anteriormente executados sobre transformadores do mesmo projeto, a CELG D pode, a seu critério, dispensar a execução desses ensaios.
Para cada um dos ensaios seguintes, o inspetor deverá escolher, aleatoriamente, as unidades que serão ensaiadas.

Os ensaios de tipo são os seguintes:

a) todos os ensaios relacionados em 8.3;
b) fator de potência do isolamento;
c) elevação de temperatura;
d) tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
e) nível de ruído;
f) nível de tensão de radiointerferência;
g) curto-circuito.

8.5 Amostragens e Tolerâncias nos Resultados dos Ensaios

Os planos de amostragem estão indicados na Tabela 9.

Para os ensaios de resistência ôhmica dos enrolamentos, relação de tensões, resistência de isolamento, polaridade, deslocamento angular e sequência de fases, o fabricante deverá apresentar ao inspetor credenciado pela CELG D as folhas de ensaios de cada unidade. O inspetor confrontará os resultados obtidos numa amostragem mínima de 10% do lote, escolhida aleatoriamente.

Os resultados dos ensaios com valores garantidos, perdas em vazio, perdas em carga, corrente de excitação e tensão de curto-circuito, também deverão constar das folhas de ensaio de cada unidade, indicando os valores máximos, médios e mínimos encontrados previamente no lote.

O inspetor confrontará os resultados fornecidos pelo fabricante numa amostragem mínima de 10% do lote a ser ensaiado, escolhida aleatoriamente.

Nos ensaios com valor garantido, as tolerâncias são as seguintes:

- perdas no ferro: 10% do valor garantido, porém a média dos valores verificados no lote não poderá ser superior ao valor garantido;
- perdas totais: 6% do valor garantido, porém a média dos valores verificados no lote não poderá ser superior ao valor garantido;
- corrente de excitação: 20% do valor garantido, porém a média dos valores verificados no lote não poderá ser superior ao valor garantido;
- tensão de curto-circuito: ± 7,5% do valor garantido;
- relação de tensões: ± 0,5%.

Os ensaios de tensão suportável nominal à frequência industrial, tensão induzida e estanqueidade, deverão ser realizados em todas as unidades na presença do inspetor credenciado pela CELG D.

Os critérios de aceitação e rejeição são os previstos no item 8.6.

8.6 Aceitação e Rejeição

a) O critério para aceitação e rejeição da inspeção geral é o estabelecido na Tabela 9**.**

b) Serão rejeitados os transformadores que não suportarem os ensaios de tensão suportável nominal à frequência industrial, tensão induzida e estanqueidade.

c) Todo o lote será recusado se as médias dos valores de perdas em vazio, perdas totais e corrente de excitação forem superiores aos valores garantidos, declarados pelo fabricante na sua proposta e constantes do CFM.

d) Serão rejeitadas as unidades que apresentarem valores fora das tolerâncias estabelecidas nos itens 7.6, 7.7, 7.8 e 8.5.

e) O tratamento da chapa e o esquema de pintura serão recusados se qualquer um dos transformadores não suportar os seguintes ensaios:

- aderência: selecionar uma área plana, livre de imperfeições, limpa e seca; executar o ensaio conforme previsto na ABNT NBR 11003, o grau de aderência deve ser Gr0 ou Gr1;
- a espessura da película: deve ser medida conforme ABNT NBR 10443, o resultado deve estar em conformidade com o item D-8 do Anexo D.

Caso os transformadores já estejam pintados, todo o lote será recusado.

Neste caso, novos corpos-de-prova devem ser apresentados ao inspetor da CELG D, com novo tratamento de chapa e esquema de pintura a serem utilizados nos transformadores, e submetidos aos mesmos ensaios.
Ocorrendo nova falha, novos corpos-de-prova devem ser providenciados até que se alcance o tratamento e o esquema de pintura, satisfatórios.

f) O critério para aceitação e rejeição dos ensaios de aderência e espessura é o estabelecido pela Tabela 9. Serão rejeitados também, transformadores que apresentarem pintura com empolamento, escorrimento e cor diferente da especificada.

Nota:

Aprovado o lote, as unidades rejeitadas devem ser repintadas e submetidas novamente aos ensaios de pintura. O fabricante deve restaurar a pintura de todas as unidades ensaiadas.

g) O critério para aceitação e rejeição do ensaio do revestimento de zinco é o estabelecido na Tabela 9.

h) O critério para aceitação e rejeição do óleo isolante é o estabelecido na Tabela 9, sendo que os resultados devem estar de acordo com a Tabela 10, para óleo após contato com o equipamento.

i) Caso o transformador submetido ao ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico apresente evidência de falha ou descarga disruptiva, duas outras unidades devem ser submetidas a novos ensaios, sem ônus para a CELG D**.** Ocorrendo nova falha em qualquer uma das unidades, todo o lote será rejeitado.

j) Se os resultados do ensaio de elevação de temperatura forem superiores aos estabelecidos em 5.3, todo o lote será recusado.

k) Caso o transformador não suporte as solicitações elétricas, térmicas e dinâmicas do ensaio de curto-circuito, segundo os critérios estabelecidos no item 5.10, todo o lote será recusado.

8.7 Relatórios dos Ensaios

8.7.1 O relatório dos ensaios de recebimento deve ser constituído no mínimo de:

a) número do CFM e quantidade de transformadores do lote;
b) identificação (dados de placa) e valores garantidos pelo fabricante;
c) resultados dos ensaios que têm valores garantidos e os respectivos valores máximos, médios e mínimos verificados no lote;
d) resultados dos ensaios da pintura;
e) resultados dos ensaios das peças zincadas;
f) resultados dos ensaios dielétricos e de relação de tensão;
g) resultados dos ensaios do óleo mineral isolante;
h) data e assinatura do representante do fabricante e do inspetor da CELG D;
i) ao final da inspeção o fabricante deverá encaminhar, obrigatoriamente, para a CELG D, a planilha constante do Anexo I, sob pena de não recebimento dos transformadores no almoxarifado.

8.7.2 O relatório do ensaio de elevação de temperatura deve conter:

a) identificação do transformador ensaiado;
b) perdas em vazio com 100% e 105% da tensão nominal;
c) perdas em carga em todas as derivações;
d) perdas aplicadas ao transformador para determinação da elevação de temperatura do topo do óleo;
e) resistência ôhmica dos enrolamentos e a respectiva temperatura, antes do ensaio;
f) leitura de resistência ôhmica e do tempo após o desligamento além da temperatura ambiente, para cada desligamento do transformador;
g) metodologia de cálculo adotada para determinação da resistência no instante do desligamento;
h) outros dados que o inspetor da CELG D julgar necessários.

9. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTA, APROVAÇÃO DE DOCUMENTOS E DE PROTÓTIPOS

9.1 Geral

9.1.1 O fabricante deve atender, obrigatoriamente, aos seguintes requisitos:

a) apresentar cotação em separado para os ensaios de tipo, quando solicitado no edital;
b) apresentar o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas preenchido;
c) apresentar os relatórios dos seguintes ensaios:
- tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- elevação de temperatura, realizado pelos métodos do topo do óleo e da variação da resistência;
- verificação da capacidade dinâmica de resistência a curto-circuito, com oscilogramas;

d) apresentar os desenhos constantes do item 9.2.

Todos os ensaios de 9.1.1.c devem ser realizados por um dos seguintes órgãos:

a) laboratórios governamentais;
b) laboratórios credenciados pelo governo do país de origem;
c) laboratórios de entidades reconhecidas internacionalmente;
d) laboratório do fornecedor na presença do inspetor da CELG D.

Para os fabricantes cujos relatórios de 9.1.1.c e os desenhos de 9.2 já tenham sido aprovados pela CELG D para transformadores de mesmo projeto que os ofertados, não é necessária a sua reapresentação.

Nesse caso, o fabricante deve informar os números dos desenhos e dos relatórios.

Após a emissão do CFM o fabricante deve apresentar, dentro de no máximo 20 dias, os desenhos definitivos para aprovação, que devem ser os mesmos constantes do item 9.2 acrescidos das correções necessárias.

9.2 Desenhos que Deverão Acompanhar a Proposta

Junto com a proposta para fornecimento, o proponente deverá apresentar uma cópia dos seguintes desenhos:

a) vistas principais dos equipamentos, por potência, mostrando a localização das peças e acessórios, dimensões e distâncias, conforme orientação dos Desenhos 1 e 1-A;
b) desenhos detalhados, em planta e cortes, do conjunto núcleo-enrolamentos indicando material usado e processos de montagem e de manutenção;
c) placas de identificação;
d) buchas terminais de alta e baixa tensão, com dimensões, detalhes de montagem e características físicas e dielétricas;
e) conectores terminais para alta e baixa tensão, com dimensões, detalhe de montagem e material utilizado;
f) alças para fixação em poste e para suspensão do transformador, com dimensões e material utilizado;

g) fixação e vedação da tampa e da abertura para inspeção indicando dimensões, número e tipo de parafusos de fixação e material utilizado;
h) dispositivo de aterramento com dimensões e material utilizado, conforme Desenho 8;
i) dispositivo para fixação e desconexão do terminal de neutro H2T, mostrando seu projeto, construção e localização interna;
j) comutador interno, com dimensões, processos para fixação e indicação da marcação dos terminais utilizados;
k) reforço do tanque para os suportes dos transformadores de 225 e 300 kVA;
l) desenho detalhado do suporte do para-raios;
m) desenho detalhado da embalagem, especificando os materiais empregados**.**

9.3 Aprovação de Protótipos

Os fabricantes devem submeter à aprovação da CELG D, quando solicitado, protótipos de transformadores, nos seguintes casos:

a) fabricantes que estejam se cadastrando ou recadastrando na CELG D;
b) fabricantes que já tenham protótipo aprovado pela CELG D e cujo projeto tenha sido alterado;

Nota:

1) Todos os custos decorrentes da aprovação dos protótipos correrão por conta do fabricante.
2) A CELG D definirá em quais potências serão feitos os ensaios.

O prazo mínimo para apreciação dos protótipos será de 30 dias, a contar da data do seu recebimento pela CELG D.

Para cada protótipo a ser encaminhado a CELG D o fabricante deve apresentar:

a) o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, clara e totalmente preenchido, acompanhado de seus documentos complementares;
b) todos os relatórios de ensaios previstos no item 8.4 e os desenhos de 9.2.

Toda e qualquer divergência entre o equipamento especificado e o protótipo, bem como os motivos dessas divergências, devem ser claramente expostos no referido Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas e no Quadro de Desvios Técnicos e Exceções.

ANEXO A - TABELAS

TABELA 1

NÍVEIS DE ISOLAMENTO

Tensão máxima do equipamento kV (eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico		Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto e tensão induzida kV (eficaz)
	Pleno kV (eficaz)	Cortado kV (crista)	
1,2	-	-	10
15	95	105	34

TABELA 2

TOLERÂNCIA NAS PERDAS DOS TRANSFORMADORES

Número de unidades de cada ordem de compra	Base de determinação	Perdas	
		Em vazio **%**	Totais **%**
1	1 unidade	10	6
2 ou mais	cada unidade	10	6
2 ou mais	média de todas as unidades	0	0

TABELA 3

VALORES GARANTIDOS DE PERDAS, CORRENTES DE EXCITAÇÃO E TENSÕES DE CURTO-CIRCUITO

Potência (kVA)	**Corrente de excitação máxima (%)**	**Perdas em Vazio máximas (W)**	**Perdas totais máximas (W)**	**Tensão de curto-circuito a 75ºC (%)**
75	2,7	295	1395	3,5
112,5	2,5	390	1890	
150	2,3	485	2335	
225	2,1	650	3260	4,5
300	1,9	810	4060	
500	1,6	1170	6800	5,0
750	1,3	1500	9860	
1000	1,2	1800	11000	

TABELA 4

CAPACIDADE DE INTERRUPÇÃO E ESTABELECIMENTO MÍNIMA DO DISJUNTOR DE BT

Potência (kVA)	Capacidade de interrupção e estabelecimento mínima (kA) tensão secundária nominal 380/220 V
75	10
112,5	
150	23
225	
300	30
500	
750	
1000	40

TABELA 5

ACESSÓRIOS PARA TRANSFORMADORES

Acessórios	
Indicador externo de nível do óleo	O
Válvula para drenagem e retirada de amostra do óleo	O
Meios de aterramento do tanque	O
Meios para suspensão da parte ativa e do transformador completamente montado	O
Sistema de comutação de tensões	O
Válvula de alívio de pressão	O
Termômetro do óleo	O
Dispositivo para ligação de filtro-prensa	O
Rodas bidirecionais	Δ

Obs.: O - obrigatório
Δ - opcional

TABELA 6

DIMENSIONAMENTO DAS BUCHAS DE BAIXA TENSÃO

Potência	Tipo de Bucha	Tipo de Terminal	Norma Aplicável
75	1,3/400	T2	NBR 5437
112,5			
150			
225	1,3/800	T3	
300			
500	1,3/2000	-	NBR 5438
750			
1000			

TABELA 7

NÍVEIS DE RUÍDO PARA TRANSFORMADORES ISOLADOS EM ÓLEO

Nível máximo de ruído (dB)	**Potência nominal do transformador equivalente com dois enrolamentos (kVA)**
48	1 a 50
51	51 a 100
55	101 a 300
56	301 a 500
57	750
58	1000

TABELA 8

ESPESSURA MÍNIMA DAS CHAPAS DE AÇO

Tanque	Paredes	6,35
	Tampa e Fundo	9,53
Radiadores	Aleta	1,20
	Tubo	1,50
Compartimentos		2,65

TABELA 9

PLANO DE AMOSTRAGEM PARA INSPEÇÃO GERAL, ÓLEO, PINTURA, GALVANIZAÇÃO, JUNTAS DE VEDAÇÃO E EMBALAGEM

Número de unidades	Amostra		Ac	Re
	Seqüência	Tamanho		
02 a 50	-	2	0	1
51 a 500	1ª	5	0	2
	2ª	5	1	2

Nota:

- Regime de inspeção normal
- Amostragem dupla
- NQA: 6,5%
- Nível de inspeção: S3

TABELA 10

ESPECIFICAÇÃO DO ÓLEO MINERAL APÓS CONTATO COM EQUIPAMENTO

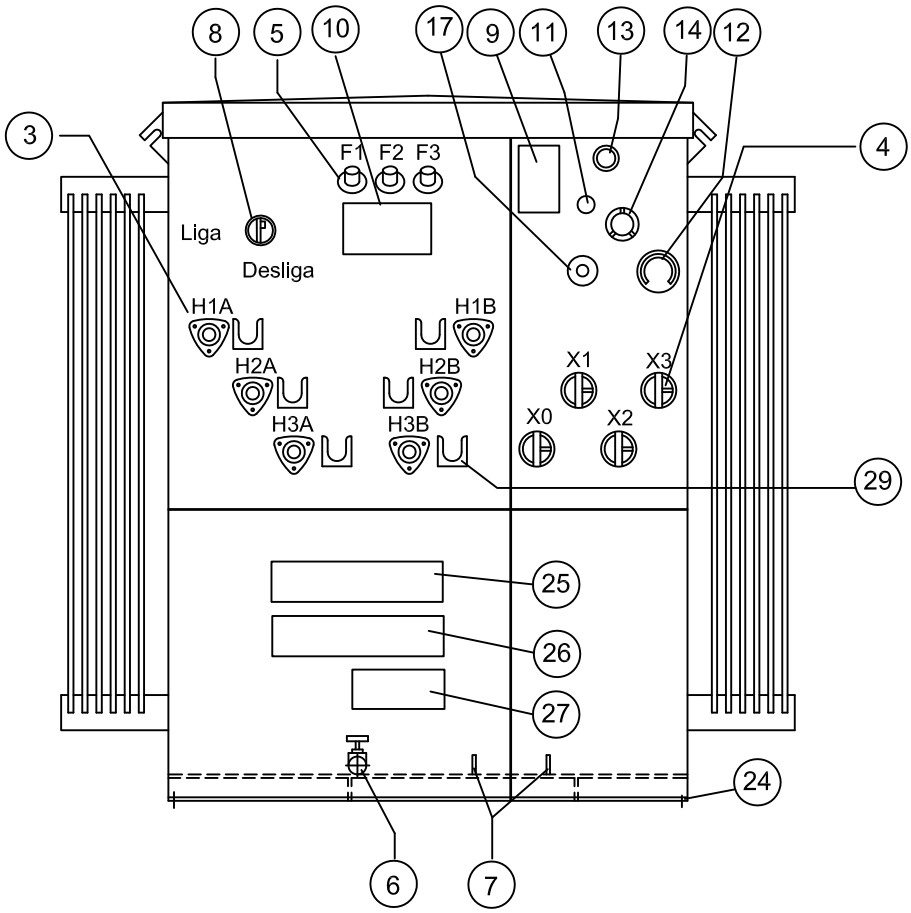
CARACTERÍSTICAS		UNIDADE	Valores garantidos		MÉTODO
			Mínimo	Máximo	
Aparência		-	O óleo deve ser claro, límpido, isento de matérias em suspensão ou sedimentadas.		Visual
Densidade a 20/4°C		-	0,861 (N) -	0,900 (N) 0,860 (P)	NBR 7148
Viscosidade cinemática a: (2)	20°C	mm^2/s	-	25,0	NBR 10441
	40°C		-	11,0(N) 12(P)	
	100°C		-	3,0	
Ponto de fulgor		°C	140,0	-	NBR 11341
Ponto de fluidez		°C	-	-39,0	NBR 11349
Índice de neutralização		mg KOH/g	-	0,03	NRB 14248
Tensão interfacial a 25°C		mN/m	40,0	-	NBR 6234
Cor ASTM		-	-	1,0	ASTM D1500
Teor de água		mg/kg	-	≤25	NBR 10710
Cloretos		-	Ausentes		NBR 5779
Sulfatos		-	Ausentes		NBR 5779
Enxofre corrosivo		-	Ausente		NBR 10505
Rigidez dielétrica (eletrodo de disco)		kV	≥30	-	NBR 6869
Rigidez dieletrica (eletrodo de calota)		kV	≥45		IEC 60156
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100°		%	-	0,90	ASTM D924 ou NBR 12133
Fator de perdas dielétricas ou fator e dissipação a 25° C		%	<0,05		NBR ABNT 15133
Estabilidade à oxidação:					ABNT NBR 14248
Índice de neutralização		mg KOH/g	-	<0,03	
Teor de bifenilas policloradas (PCB)		mg/kg	Não detectável		NBR 13882

(N) – Naftênico e (P) – Parafínico

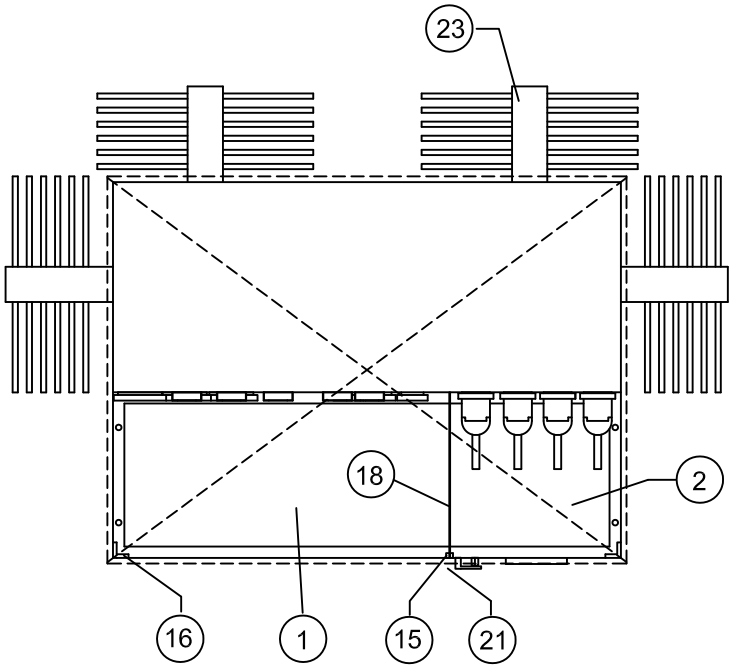
Notas

1) *Antes de iniciar a inspeção, o fornecedor deve apresentar ao inspetor, certificado comprovando todas as características do óleo, contidas nesta tabela.*
2) *O ensaio de viscosidade será realizado em duas temperaturas dentre as três citadas.*
3) *Esta norma requer que o óleo isolante atenda ao limite de fator de perdas dielétricas a 100°C ou ao fator de dissipação a 90° . Esta especificação não exige que o óleo isolante atenda aos limites medidos por ambos os métodos.*
4) *Os recipientes destinados ao fornecimento do óleo mineral isolante devem ser limpos e isentos de matérias estranhas.*

ANEXO B
DESENHO 1



VISTA FRONTAL



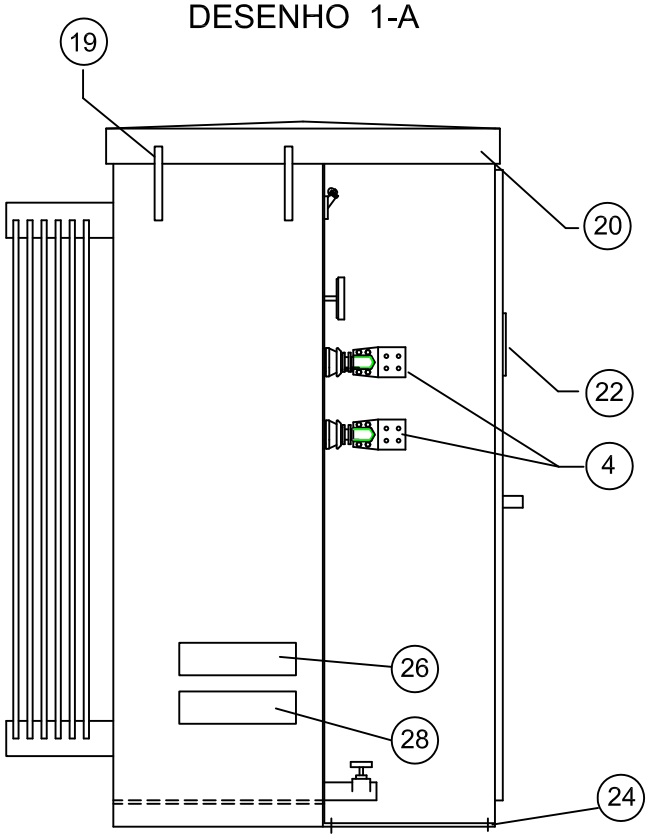
VISTA DE CIMA

NOTA:

O posicionamento dos acessórios e da alavanca de manobra da chave de abertura em carga é apenas orientativo, outros arranjos poderão ser aceitos desde que previamente aprovados pela CELG D.

	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.				
	DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:	TRANSFORMADOR PEDESTAL	
	ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14		
	ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.: 37

DESENHO 1-A

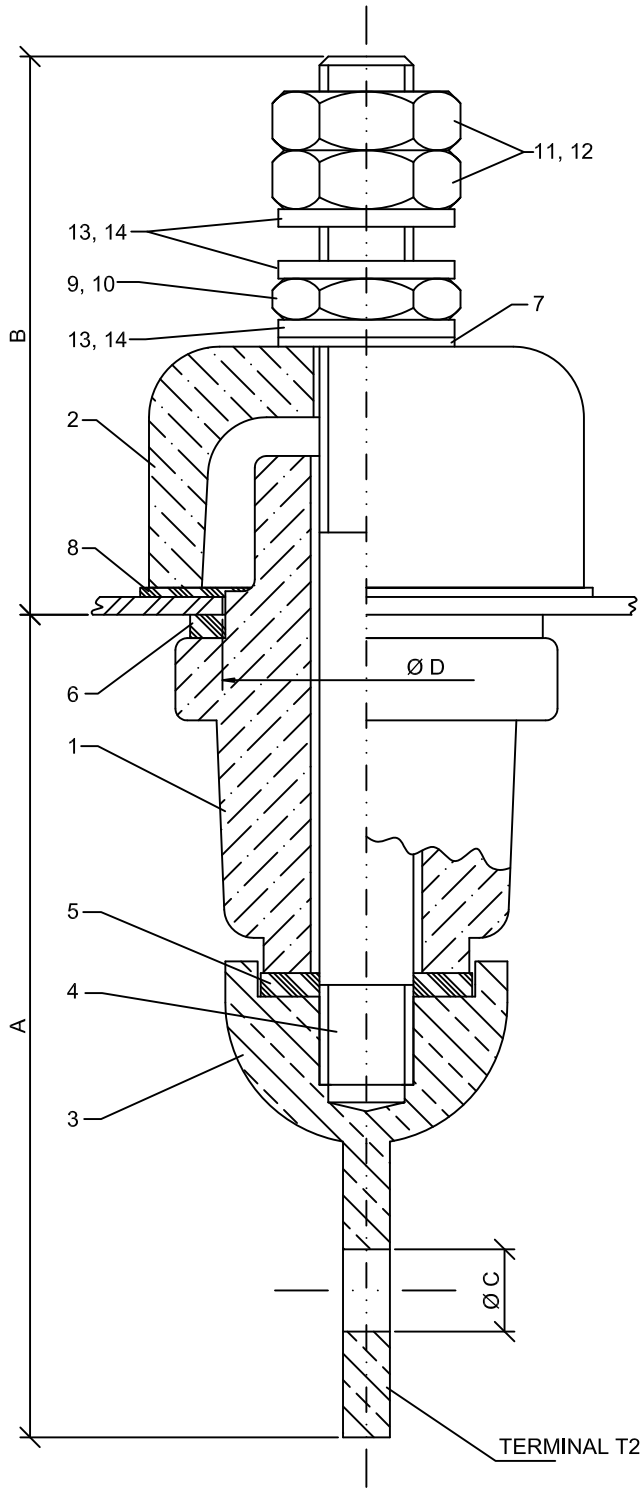


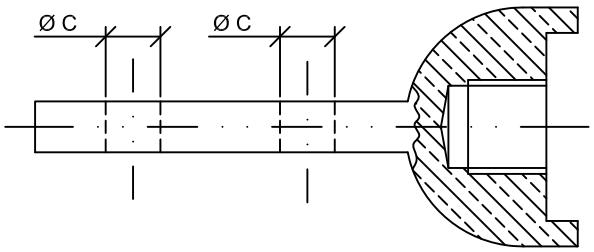
VISTA LATERAL

POS.	DENOMINAÇÃO
01	Compartimento de Média Tensão
02	Compartimento de Baixa Tensão
03	Bucha de Média Tensão
04	Bucha de Baixa Tensão
05	Suporte para Fusível Tipo Baioneta
06	Válvula de Drenagem
07	Dispositivo de Aterramento
08	Chave de Abertura em Carga
09	Placa de Identificação
10	Placa de Advertência Interna
11	Válvula de Alívio de Pressão
12	Termômetro
13	Dispositivo para Ligação de Filtro-prensa
14	Indicador de Nível de Óleo
15	Dispositivo de Trava do Compartimento de Média Tensão
16	Jumper de Ligação
17	Acionamento do Comutador
18	Divisória
19	Gancho de Suspensão
20	Tampa parafusada
21	Fecho Cremona com Maçaneta
22	Placa de Advertência Externa
23	Radiadores
24	Base
25	Tensão Nominal
26	Letra C + Potência Nominal
27	Numeração de Série
28	Numeração Patrimonial Fornecida pela CELG D
29	Dispositivo para Repouso de Cabos e Para-raios

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A			TRANSFORMADOR PEDESTAL		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	38

DESENHO 2





TERMINAL T3

DENOMINAÇÃO	DIMENSÕES			
	A	B	Ø C	Ø D
1,3/400 - T2	140	95	14	49
1,3/800 - T3	216	130	14	68

NOTAS:

1) Posições 3 e 4 peças soldadas e estanhadas.
2) Tolerâncias: conforme tolerâncias específicas de cada componente, indicadas nos respectivos desenhos.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A			BUCHA 1,3 kV - 400 A/800 A		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	39

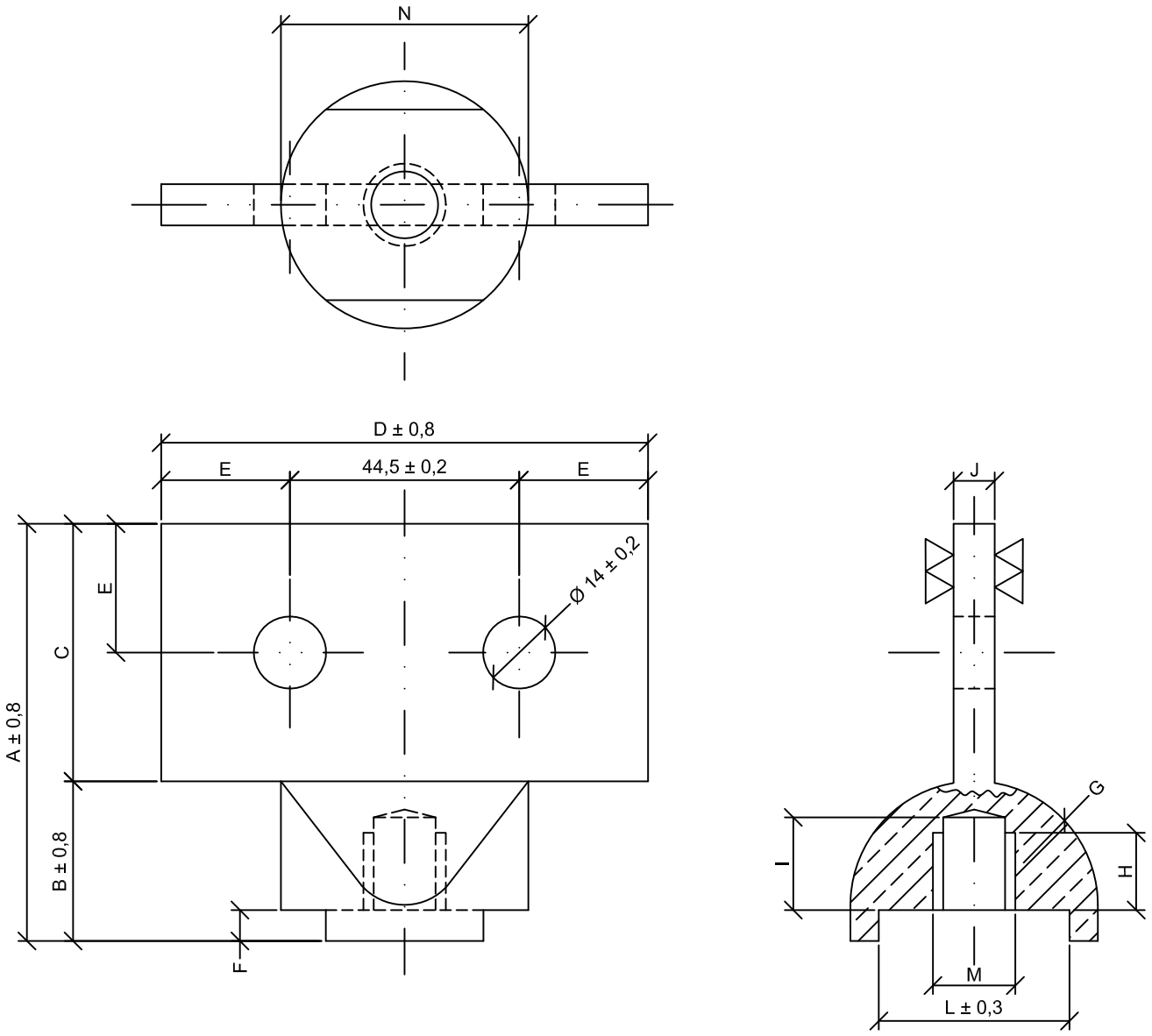
DESENHO 2-A

POS.	QUANT.		DENOMINAÇÃO	MATERIAL
	400 A	800 A		
1	1	1	Corpo isolante externo	Cerâmica
2	1	1	Corpo isolante interno	Cerâmica
3	1	1	Terminal T2 e T3	Latão estanhado
4	1	1	Condutor	Cobre
5	1	1	Junta superior	Borracha sintética
6	1	1	Junta inferior	Borracha sintética
7	1	1	Arruela	Papelão hidráulico
8	1	1	Arruela	Papelão hidráulico
9	1	-	Porca sextavada chata M16	Latão
10	-	1	Porca sextavada chata M24	Latão
11	2	-	Porca sextavada M16	Latão
12	-	2	Porca sextavada M24	Latão
13	3	-	Arruela lisa (Ø 18)	Latão estanhado
14	-	3	Arruela lisa (Ø 26)	Latão estanhado

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	T2	T3
Tensão nominal (kV)	1,3	1,3
Corrente nominal (A)	400	800
Tensão aplicada 60 Hz, 1 min. a seco e sob chuva (kVef)	10	10
Tensão suportável de impulso atmosférico (kVcr)	30	30
Distância de arco externo (mm)	60	81
Distância de escoamento (mm)	65	87

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A			BUCHA 1,3 kV - 400 A/800 A CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	40

DESENHO 2-B



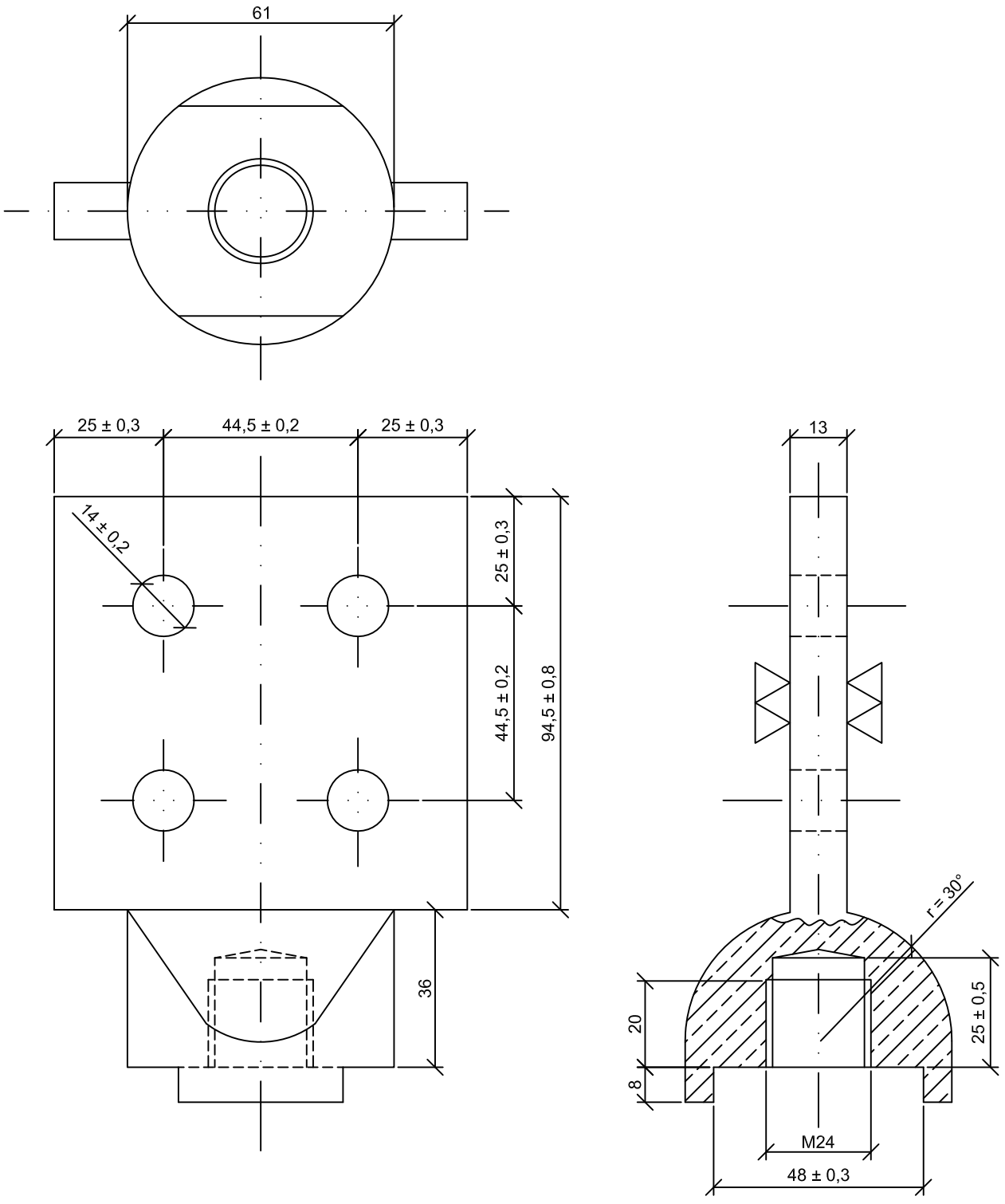
DENOMINAÇÃO	DIMENSÕES												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N
1,3/400	81	31	50	94,5	25	6	24	15	18	8	37	M16	48

NOTAS:

1) Material: latão forjado
2) Condutividade: mínimo 25 % IACS a 20 °C.
3) Proteção superficial: estanhado com camada mínima de 8 μm.
4) Rosca métrica, conforme ABNT NBR ISO 68-1.
5) Tolerância: em medidas sem indicação de tolerância admitir ± 1%.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			BUCHA 1,3 kV TERMINAL T2		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	41

DESENHO 2-C

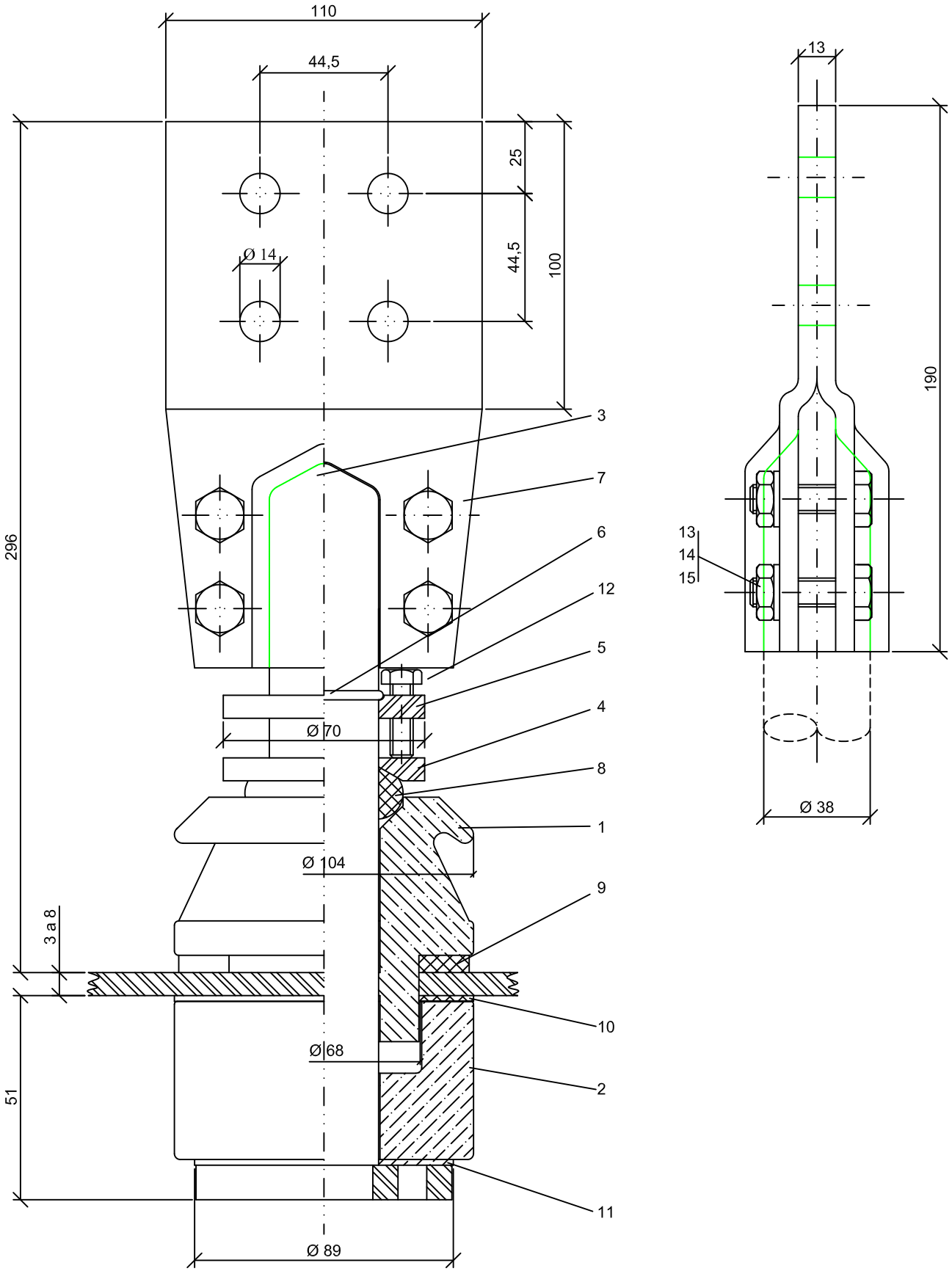


NOTAS:

1) Material: latão forjado
2) Condutividade: mínimo 25 % IACS a 25 °C.
3) Proteção superficial: estanhado com camada mínima de 8 µm.
4) Rosca métrica, conforme ABNT NBR ISO 68-1.
5) Tolerância: em medidas sem indicação de tolerância admitir ± 1%.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			BUCHA DE 1,3 kV TERMINAL T3		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	42

DESENHO 3



	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			
	DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:	BUCHA 1,3 kV/2000A
	ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14	
	ELAB.: DT-SNT	SUBST.:	NORMA: NTC-28	REF.: 43

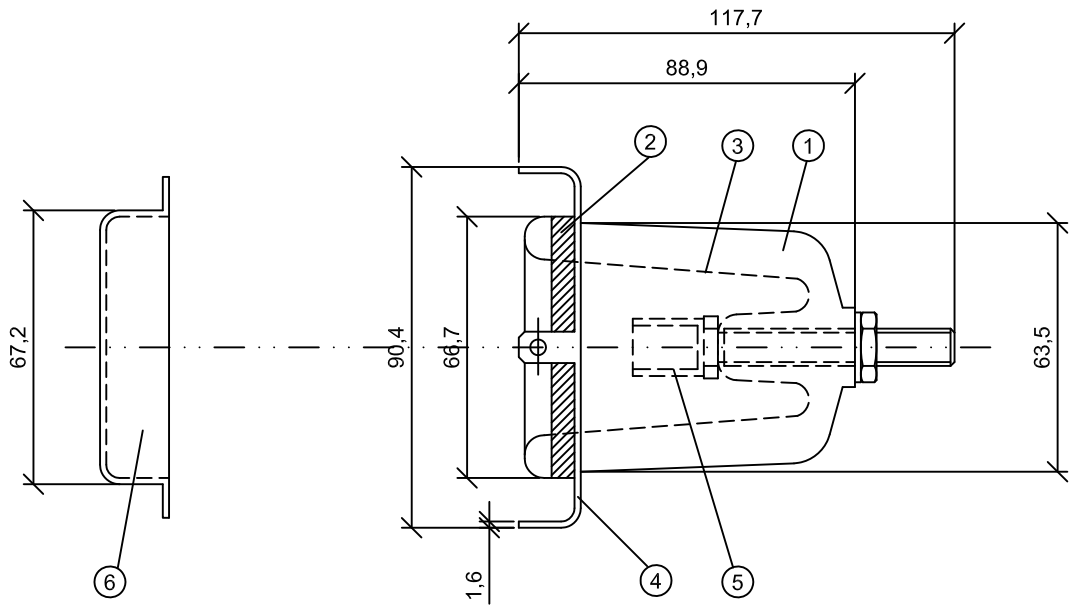
DESENHO 3-A

POS.	QUANT.	DENOMINAÇÃO	MATERIAL
1	1	Corpo isolante externo	Cerâmica
2	1	Corpo isolante interno	Cerâmica
3	1	Condutor	Cobre
4	1	Flange inferior	Latão
5	1	Flange superior	Latão
6	1	Anel trava	Latão
7	1	Terminal	Cobre
8	1	Junta superior (meia lua)	Borracha sintética
9	1	Junta superior	Borracha sintética
10	1	Arruela	Papelão hidr. ou presspan
11	1	Arruela	Papelão hidr. ou Presspan
12	3	Parafuso cabeça sextavada M8 x 30	Aço inoxidável
13	4	Parafuso cabeça sextavada M10 x 30	Aço inoxidável
14	4	Arruela lisa A 10,5	Latão
15	4	Porca sextavada M10	Aço inoxidável

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS (Conforme NBR 5438)	
Tensão nominal (kV)	1,3
Corrente nominal (A)	2000
Tensão aplicada 60 Hz, 1 min. a seco e sob chuva (kVef)	10
Tensão suportável de impulso atmosférico (kVcr)	30
Distância de arco externo (mm)	65
Distância de escoamento (mm)	80

COMPANHIA ENERGÉTICA DE GOIÁS			BUCHA 1,3 kV - 2000 A CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	44

DESENHO 4



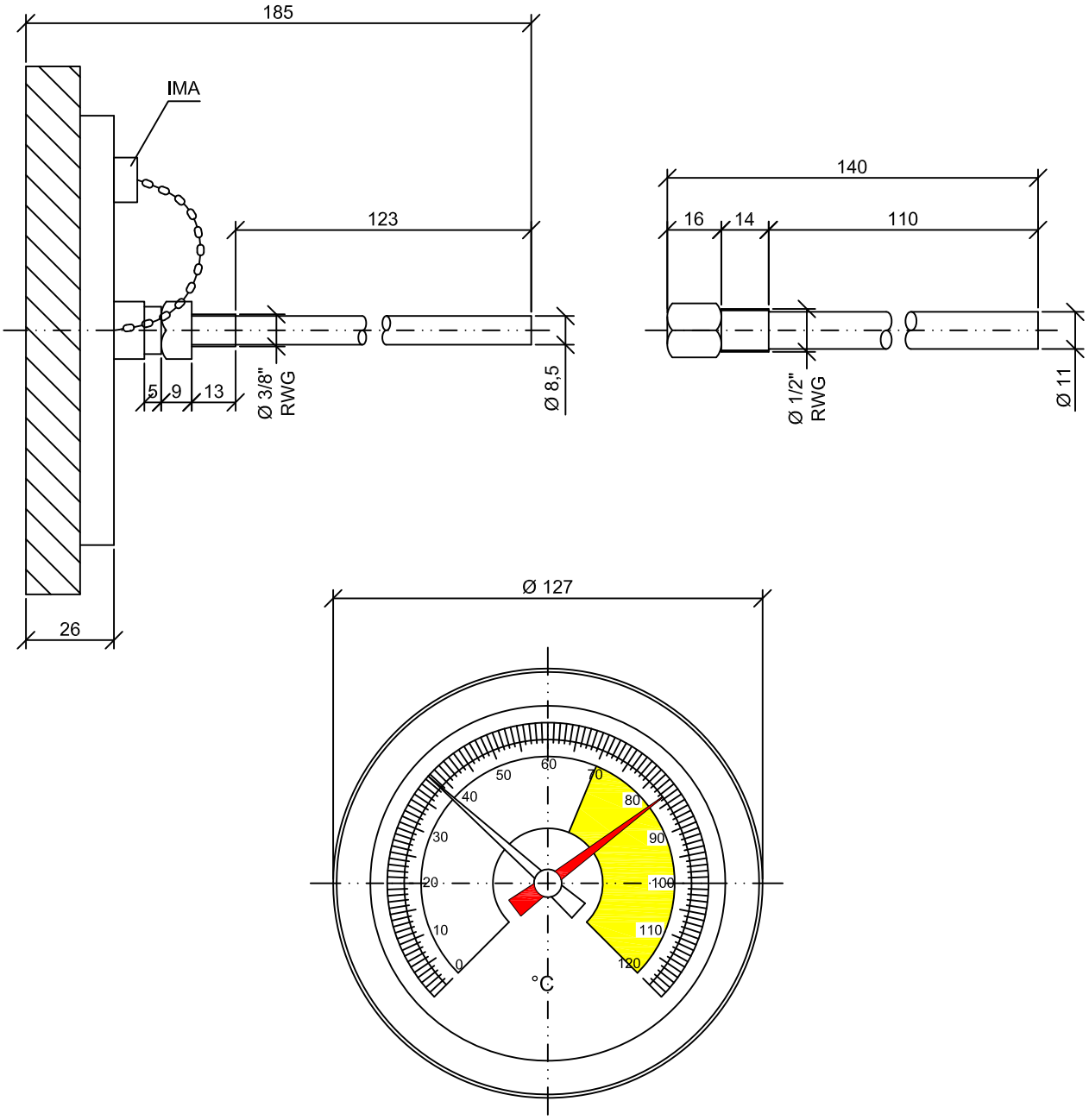
ÍTEM	DESCRIÇÃO
1	Semicondutora interna
2	Interface
3	Corpo em epoxi
4	Flange de aço inoxidável
5	Pino de conexão de cobre
6	Capa protetora

NOTAS:

1) Tensão nominal: 8,7/15 kV.
2) Corrente nominal: 200 A.
3) Operação sem carga.
4) Invólucro: polimérico.
6) Devem permitir a ligação de cabos de alumínio ou cobre.
7) A superfície externa deve ser marcada de forma legível e indelével, no mínimo, com as seguintes informações:
   a) nome ou marca do fabricante;
   b) tensão nominal Vo/V;
   c) corrente nominal;
   d) número de série e identificação das peças componentes;
   f) ano de fabricação.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			BUCHA DE MT		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	45

DESENHO 5

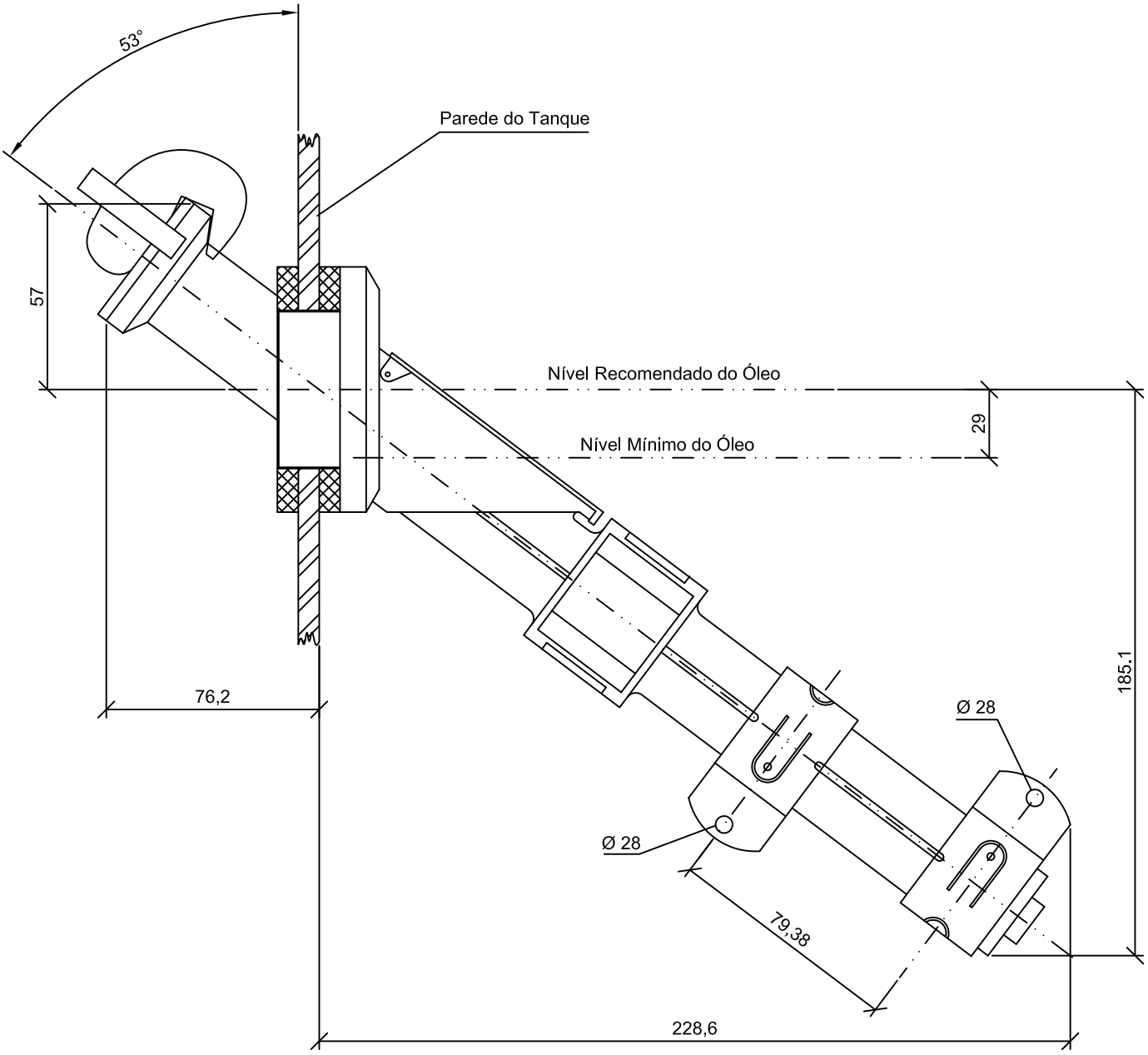


CARACTERÍSTICAS:

- ponteiro indicador em preto;
- ponteiro de arraste em vermelho;
- mostrador, em fundo branco;
- escala e números em preto;
- faixa de 70° a 120° em amarelo;
- precisão: ± 3°C (2%) sobre o total da faixa em toda a escala;
- tolerâncias não especificadas ± 1mm;
- grau de proteção IP68;

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			TERMÔMETRO		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	46

DESENHO 6

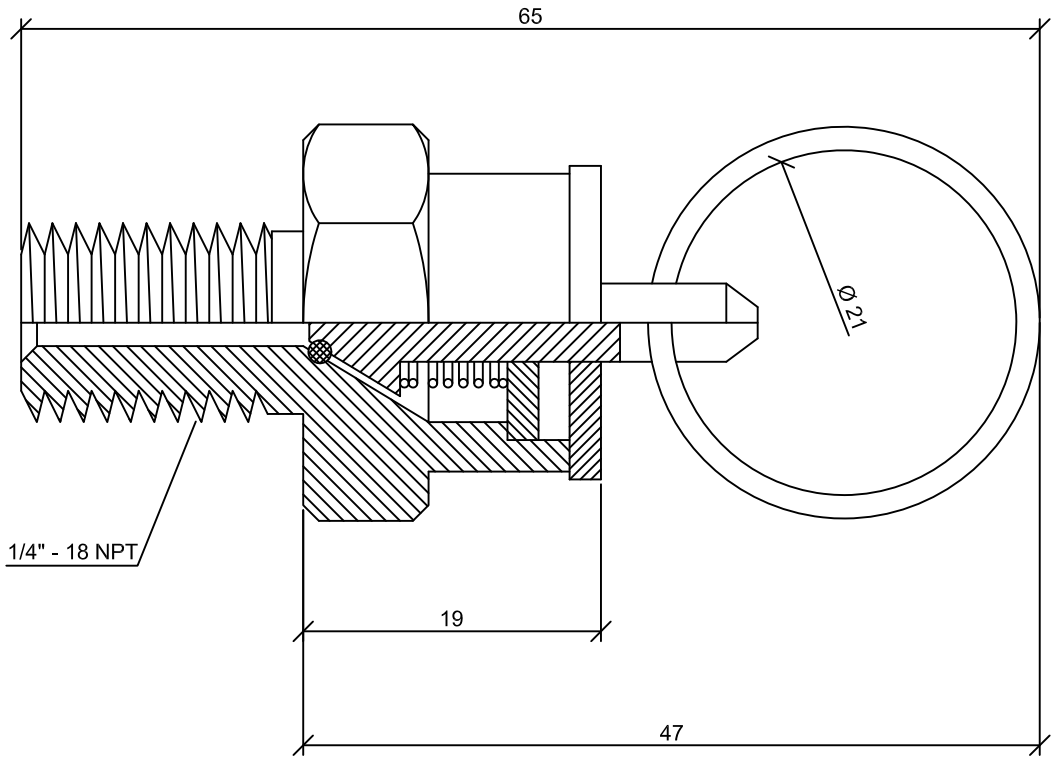


NOTAS:

1) Devem ser próprios para operação com bastão de manobra.
2) Tensão nominal: 13,8 kV.
3) Capacidade de interrupção simétrica mínima: 8 kA.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			BAIONETA		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	47

DESENHO 7



NOTAS:

1) A válvula deverá possuir, no mínimo, os seguintes requisitos, de acordo com a norma ANSI C.57.12.20:

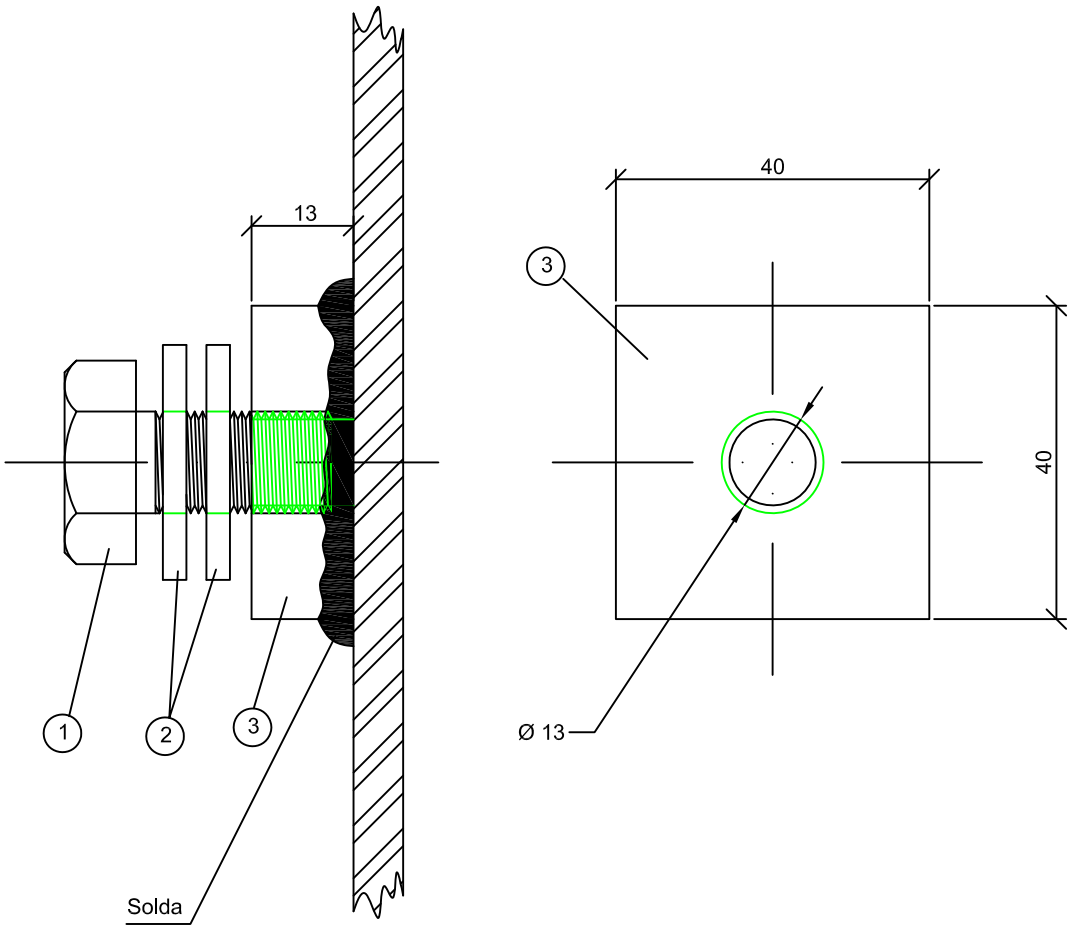
- pressão de alívio de 69 kPa ± 20%;
- pressão de vedação de 55,2 kPa ± 20%;
- taxa de vazão de 9,91 x 10 cm³/min (35 standard cubic feet per minute). A 103,5 kPa. A 21,1°C;
- a taxa de admissão de ar de 55,2 kPa ± 20% a -55,2 kPa, igual a zero;
- temperatura de operação de -29° C a 105° C.

2) Além disso, a válvula deve possuir também as seguintes características:

- orifício de admissão de 1/4(6,4 mm) - 18 NPT;
- corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 daN;
- disco externo de vedação para impedir de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos;
- anel externo de aço inoxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, para suportar uma força mínima de puxamento de 11 daN;
- anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temparatura do material isolante do transformador;
- partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	48

DESENHO 8

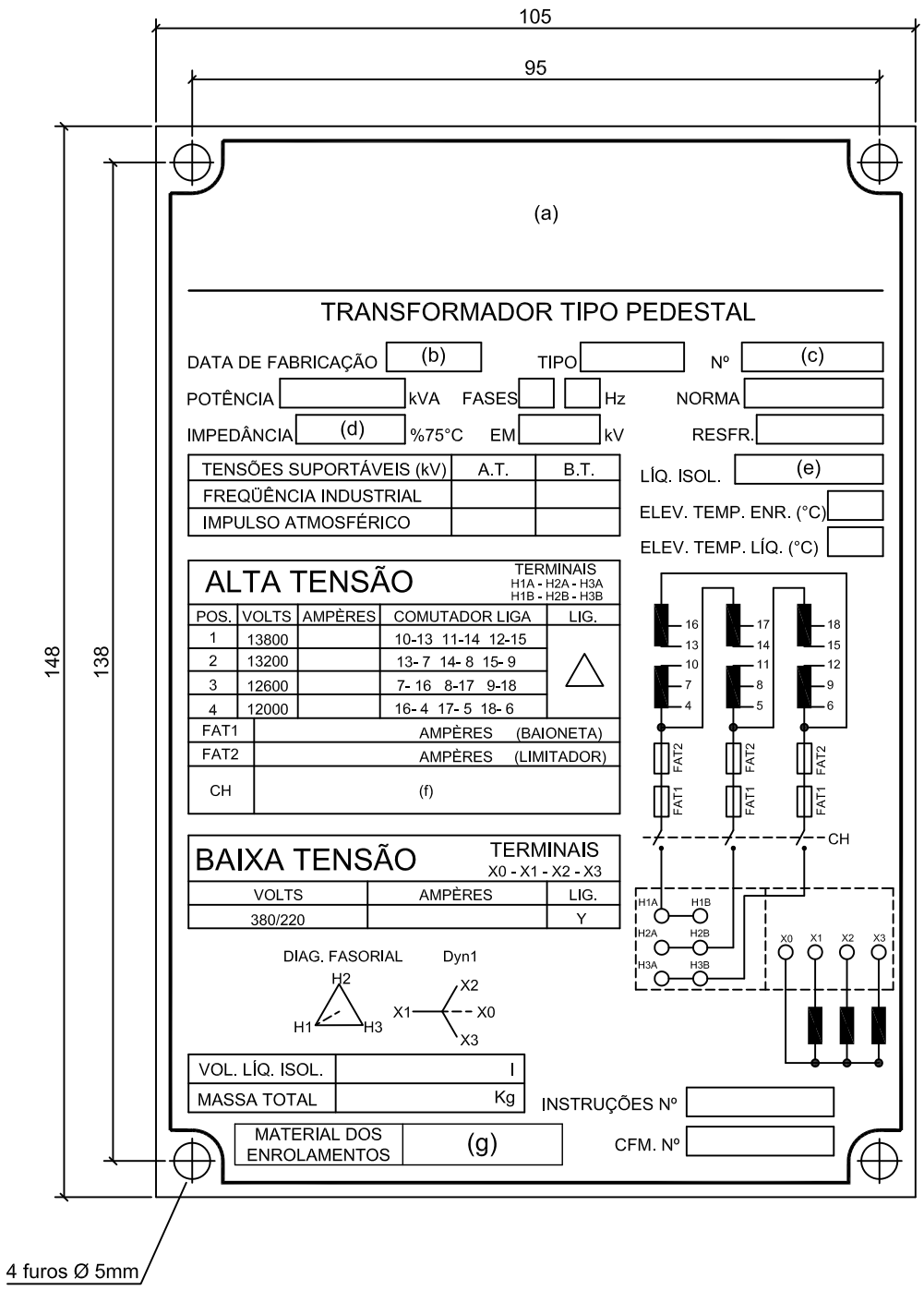


NOTAS:

1) Parafuso de cabeça sextavada M13 x 25 mm: aço inoxidável ou liga de cobre.
2) Arruela lisa: aço inoxidável ou liga de cobre.
3) Bloco: aço inoxidável.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTD-28	REF.:	49

DESENHO 9



REFERÊNCIAS

a) Dados do fabricante e local de fabricação
b) Mês (três primeiras letras) e ano de fabricação
c) Número de série de fabricação
d) Impedância de curto-circuito, em porcentagem
e) Tipo do óleo isolante (A = Naftênico, B = Parafínico)
f) Espaço reservado para as características da chave de abertura em carga.
g) Material utilizado na fabricação dos enrolamentos (cobre ou alumínio).

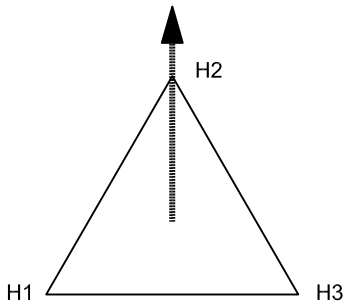
NOTA:

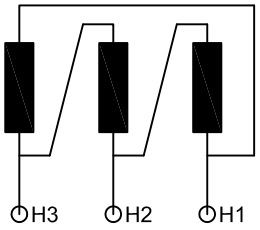
Material: aço inox AISI 304 ou alumínio anodizado, espessura 0,8 mm.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A			PLACA DE IDENTIFICAÇÃO		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	50

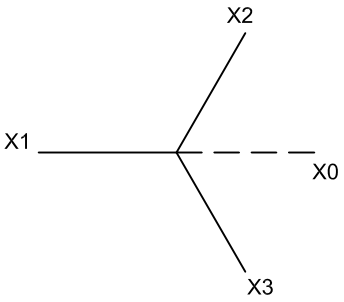
DESENHO 10

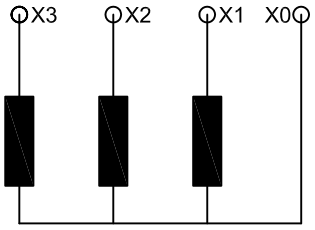
TRIÂNGULO (D)





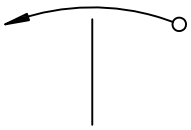
ESTRELA (y)

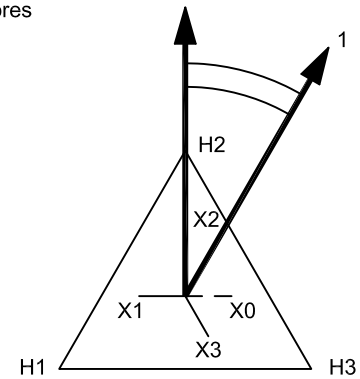


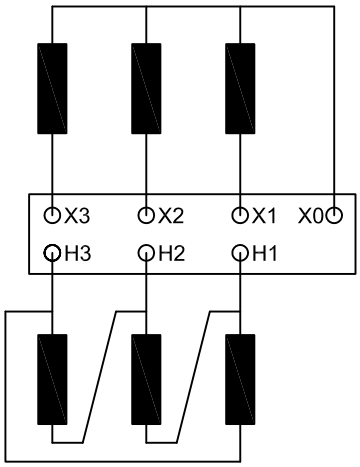


SÍMBOLO DE LIGAÇÃO Dyn1

Sentido de Rotação dos Fasores

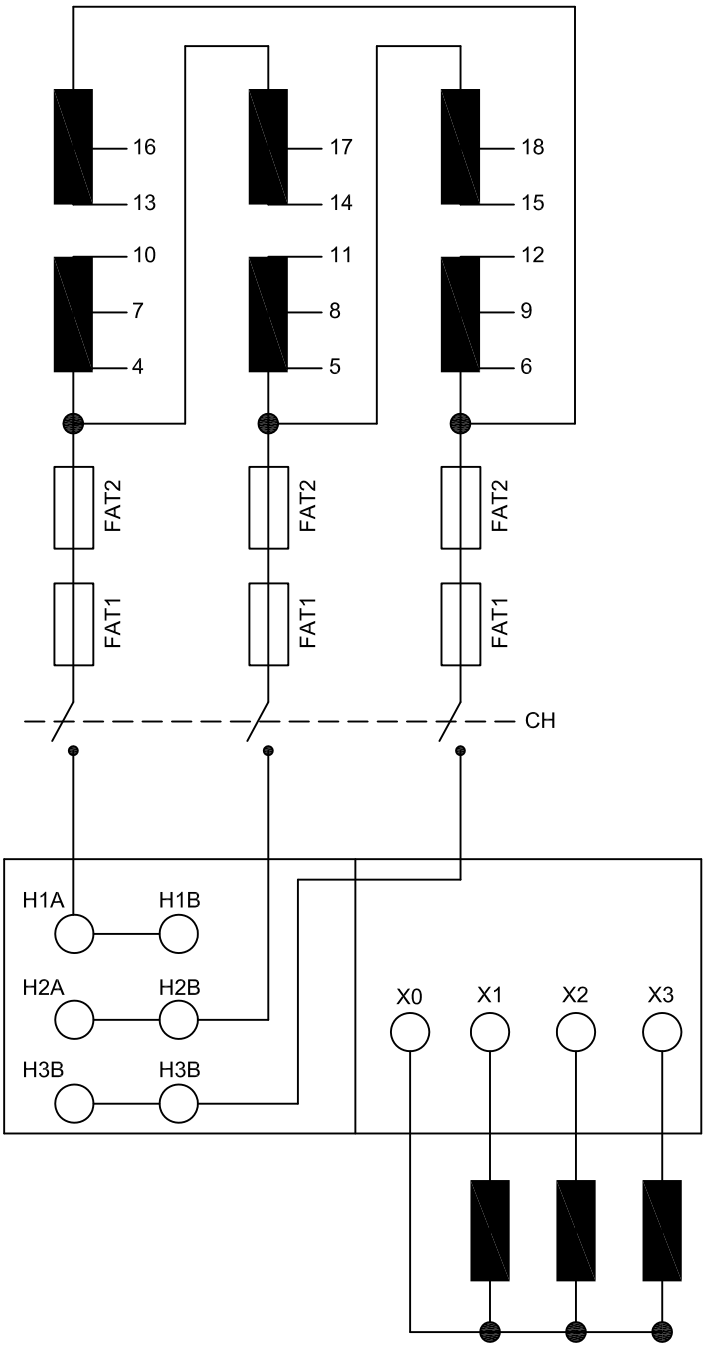






	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			SÍMBOLOS DE LIGAÇÃO E DIAGRAMAS FASORIAIS	
	DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:		
	ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14		
	ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.: 51

DESENHO 11



	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			MARCAÇÃO DE TERMINAIS	
	DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:		
	ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14		
	ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.: 52

DESENHO 12

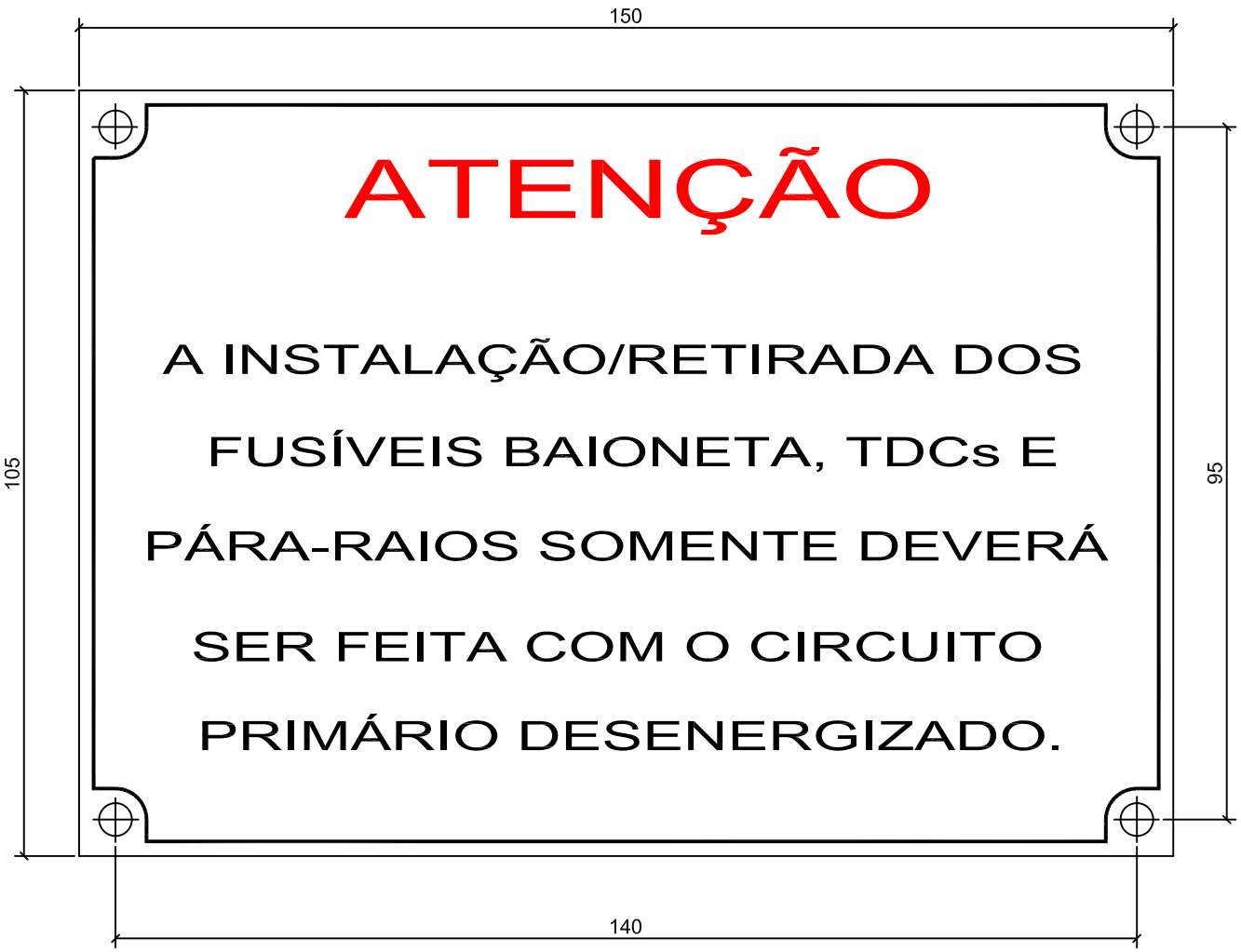
NOTAS:

1) Material: aço inox AISI 304 ou alumínio anodizado, espessura 0,8 mm.

2) "PERIGO" gravado na cor vermelha, "CAVEIRA", "ALTA TENSÃO", "NÃO ABRIR" na cor preta e o fundo na cor natural do material.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			PLACA DE ADVERTÊNCIA (Externa)		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	53

DESENHO 13



NOTAS:

1) Material: Aço inox AISI 304 ou alumínio anodizado, espessura 0,8 mm.

2) "ATENÇÂO" gravado na cor vermelha, o restante em letras pretas e o fundo na cor natural do material.

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			PLACA DE ADVERTÊNCIA (Interna)		
DIM.: Em mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
ESC.: S/Esc.	VISTO:	DATA: JUL/14			
ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-28	REF.:	54

ANEXO C

INSPEÇÃO GERAL DOS TRANSFORMADORES

Na inspeção geral dos transformadores deve ser observado, no mínimo, o seguinte:

C.1 TANQUE

C.1.1 Parte Interna

- Ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura.
- Marcação do nível do óleo isolante.
- Ausência de sujeiras no fundo do tanque, tais como borra, cola, limalha, areia, etc.
- Ausência de ferrugem no tanque e nos radiadores.
- ausência de respingos na pintura externa.
- Inspeção visual da pintura.

C.1.2 Parte Externa

- Ausência de escorrimento, empolamento e enrugamento da pintura.
- Marcação dos terminais de alta e baixa tensão, conforme itens 5.4, 6.7, 6.8 e Desenhos 1 e 1-A.
- Marcação do número de série conforme item 6.14.
- Localização dos acessórios (termômetro, indicador de nível, comutador, válvula de alívio de pressão, etc.).
- Placas de identificação e advertência.
- Numeração patrimonial, conforme item 6.15, Desenhos 1 e 1-A.

C.2 PARTE ATIVA

C.2.1 Núcleo

- Ausência de oxidação e borra.
- Aterramento.
- "Gaps" e empacotamento.
- Apoio das chapas na parte inferior.

C.2.2 Comutador

- Mudança simultânea nas fases.
- Marcação das posições.

C.2.3 Bobinas

- Ausência de deformação por aperto excessivo dos tirantes, calços, etc.
- Rigidez mecânica das bobinas e dos calços.
- Canais para circulação de óleo desobstruídos.
- Flexibilidade dos cabos de interligação ao comutador.
- Qualidade do enrolamento: uniformidade, ausência de remonte de espiras, impregnação.
- Orientação e fixação dos cabos de conexão ao comutador.

C.2.4 Tirantes, Barras de Aperto e Olhais para Suspensão

- Inspeção visual da pintura.
- Ausência de oxidação nas partes não pintadas.
- Rigidez mecânica dos tirantes e barras de aperto.
- Qualidade e localização dos olhais para suspensão da parte ativa.
- Ausência de isolamento nas áreas de contato de fixação da parte ativa ao tanque.
- Marcação do número de série.

ANEXO D

VERIFICAÇÃO DO ESQUEMA DE PINTURA DOS TRANSFORMADORES

D - 1 Névoa Salina (ASTM B117)

Com uma lâmina cortante, romper o filme até à base, de tal forma que fique traçado um "X" sobre o painel.
Deve resistir a 120 h de exposição contínua ao teste de névoa salina (solução a 5% de NaC1 em água). Não deve haver empolamento e a penetração máxima sob os cortes traçados será de 4 mm, os painéis devem ser mantidos em posição vertical com a face rompida voltada para o atomizador.

D - 2 Umidade (Ensaio Clássico, Variação da ASTM D1735)

Os painéis são colocados verticalmente numa câmara com umidade relativa a 100% e temperatura ambiente de 40 ± 1°C. Após 240 h de exposição contínua não podem ocorrer empolamentos ou defeitos similares.

D - 3 Impermeabilidade (ASTM D870)

Imergir 1/3 do painel em água destilada mantida a 37,8 ± 1°C. Após 72 h não deve haver empolamentos ou defeitos similares.

D - 4 Aderência (NBR 11003 - Método B)

Selecionar uma área plana, livre de imperfeições, limpa e seca. Executar o ensaio conforme prescrito na NBR 11003, o grau de aderência deve ser Gr0 ou Gr1.

D - 5 Brilho (ASTM D523)

O acabamento deve ter um brilho de 73 a 77 medido no Gardner Glossmeter a 60° de ângulo.

D - 6 Resistência da Pintura Interna ao Óleo Isolante

Preparar painéis somente com o esquema da pintura interna, deve resistir a 48 h imerso em óleo isolante a 110 ± 2°C, sem alterações.

D - 7 Resistência à Atmosfera Úmida Saturada na Presença de SO_2

Com uma lâmina cortante, deve-se romper o filme até à base, de tal forma que fique traçado um “X” sobre o painel.

Deve resistir a uma ronda de ensaio sem apresentar bolhas, enchimentos, absorção de água, carregamento, não deve apresentar manchas, e corrosão de no máximo 3 mm a partir do corte em “X” e nas extremidades.

Nota:

Uma ronda consiste em um período igual a 8 h a 40°C ± 2°C na presença de SO_2, após o qual desliga-se o aquecimento e abre-se a tampa do aparelho, deixando-se as peças expostas ao ar, dentro do aparelho durante 16 h à temperatura ambiente.

D - 8 **Espessura da Película**

Deve ser ensaiada de acordo com a NBR 10443.

D – 9 **Resistência da Pintura Interna ao Óleo Isolante**

Deve ser realizado conforme ASTM D3455. A área pintada do corpo de prova a ser colocado em um litro de óleo é dada por:

$$Acp = 4 \text{ x } \frac{At}{Vt}$$

Onde:

Acp = área do corpo de prova a ser colocado em um litro de óleo, em m^2;
At = superfície interna do transformador em contato com o óleo isolante, em m^2;
Vt = volume de óleo do transformador em litros.

Após o ensaio, as propriedades do óleo no qual foram colocados os corpos-de-prova devem ser as seguintes:

a) tensão interfacial a 25°C (mínimo): 0,034 N/m;
b) índice de neutralização (máxima variação): 0,03 mg KOH/g;
c) rigidez dielétrica (mínimo): 25,8 kV/2,54 mm;
d) fator de potência a 100°C (máximo): 1,6%;
e) cor (máxima variação): 0,5.

ANEXO E

QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

Nome do Fabricante: _____
Nº da Licitação: _____
Nº da Proposta: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS/UNIDADES	
1	**Tipo ou modelo**		
2	**Classe de tensão**		kV
3	**Potência nominal**		kVA
4	**Tensões nominais:**		
4.1	enrolamento de alta tensão;		kV
4.2	enrolamento de baixa tensão.		kV
5	**Nível de isolamento:**	Baixa Tensão	Alta Tensão
5.1	tensão suportável nominal de impulso atmosférico onda plena (valor de crista);	_____kV	_____kV
5.2	tensão suportável nominal de impulso atmosférico onda plena reduzida (valor de crista);	_____kV	_____kV
5.3	tensão suportável nominal de impulso atmosférico onda cortada (valor de crista);	_____kV	_____kV
5.4	tensão suportável nominal à frequência industrial 1 minuto (valor eficaz).	_____kV	_____kV
6	**Tensão de curto-circuito a 75° C:**		
	na base _____kV; na relação _____kV.		%
7	**Corrente de excitação na derivação principal.**		%
8	**Perdas:**		
8.1	em vazio na derivação principal;		W
8.2	totais na derivação principal a 75° C.		W
9	**Regulação:**		
9.1	fator de potência da carga igual a 0,8 a 75° C;		%
9.2	fator de potência da carga igual a 1,0 a 75° C.		%
10	**Rendimento:**		
10.1	fator de potência da carga 0,8 (% da potência nominal): 25 % 50 % 75 % 100 %	Rendimento (%) _____ _____ _____ _____	
10.2	fator de potência da carga 1,0 (% da potência nominal): 25 % 50 % 75 % 100 %	_____ _____ _____ _____	

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA/UNIDADE
11	**Elevação de temperatura na derivação de _____V:**	
11.1	dos enrolamentos (método da variação da resistência);	°C
11.2	do ponto mais quente dos enrolamentos;	°C
11.3	do óleo isolante (medida próximo à superfície do óleo).	°C
12	**Correntes nominais dos fusíveis de AT**	
12.1	Limitador de corrente (anexar curvas tempo x corrente)	A
12.2	Baioneta (anexar curvas tempo x corrente)	A
13	**Chave de abertura em carga**	
13.1	Corrente nominal	A
13.2	Corrente momentânea	kA/2s
13.3	Capacidade de estabelecimento	kA
14	**Massas:**	
14.1	parte ativa;	kg
14.2	tanque e tampa;	kg
14.3	óleo isolante;	kg
14.4	total.	kg
15	**Espessura das chapas:**	
15.1	Tampa:	mm
15.2	Corpo:	mm
15.3	Fundo:	mm
15.4	radiadores (tubos ou aletas):	mm
16	**Material dos enrolamentos:**	
16.1	enrolamentos de alta tensão:	
16.2	enrolamentos de baixa tensão:	
17	**Material das juntas de vedação/norma aplicável.**	
18	**Óleo mineral isolante (designação e tipo):**	
18.1	volume de óleo.	l
19	**Apresentação dos seguintes documentos:**	
19.1	relação e valores limites das propriedades físicas, químicas e elétricas do óleo isolante; todos os desenhos solicitados no item 4.5; deverão ser apresentados os relatórios de ensaios, em uma unidade de cada tipo ofertado, previstos no item 8.4; os relatório dos ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico e de verificação da capacidade dinâmica de resistência a curto-circuito devem vir acompanhados dos respectivos oscilogramas, o ensaio de elevação de temperatura deve ser feito pelo método do topo do óleo e da variação da resistência. Os relatórios de ensaios devem ser preenchidos em papel timbrado pelo órgão responsável e conter, no mínimo, as seguintes informações: condições de ensaios; normas utilizadas; características técnicas dos instrumentos e padrões utilizados; descrição da metodologia empregada na realização dos ensaios; diagramas elétricos; resultados dos ensaios.	
20	**Informar o método de preparo da chapa, tratamento anticorrosivo, pintura interna e externa a serem utilizados.**	

Notas:

1) *O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.*
2) *Erro de preenchimento no quadro poderá ser motivo para desclassificação.*
3) *Todas as informações requeridas no quadro devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas, as informações prestadas no quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta.*
4) *O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estejam em conformidade com as informações aqui prestadas.*

ANEXO F

QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES

Nome do Fabricante: _____
Nº da Licitação: _____
Nº da Proposta: _____

A documentação técnica de concorrência será integralmente aceita pelo proponente, à exceção dos desvios indicados neste item.

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESVIOS E EXCEÇÕES

ANEXO G

COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO

TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

Nome do Fabricante: _____
Nº da Licitação: _____
Nº da Proposta: _____

ITEM	ENSAIO	PREÇO
01	Elevação de temperatura	
02	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	
03	Curto-circuito	
04	Fator de potência do isolamento	
05	Nível de ruído	
06	Nível de tensão de radiointerferência	

Nota:

Este quadro somente deve ser preenchido quando solicitado nos documentos de licitação.

ANEXO H

AVALIAÇÃO DE PERDAS E PENALIDADES

I - 1 Avaliação de Perdas

A análise econômica de transformadores de distribuição deverá ser feita através da seguinte expressão:

ANET = (A . Wo + B . We) . Mp + Pr

Sendo:

ANET: valor presente da proposta (R$);
A: valor presente unitário das perdas em vazio (R$);
B: valor presente unitário das perdas em carga (R$);
Wo: valor garantido de perdas em vazio (W);
We: valor garantido de perdas em carga (W);
Mp = 1 (multiplicador de perdas);
Pr: preço ofertado do transformador, incluindo: impostos, embalagem, seguro e transporte (R$).

Notas:

1) *Os valores de perdas em vazio e em carga (Wo e We) deverão ser iguais ou inferiores aos valores constantes da Tabela 3.*
2) *Os valores de perdas supra mencionados deverão ser garantidos pelo fabricante em sua proposta e constar,obrigatoriamente, do Quadro de Dados Técnicos e Características Garantida, sob pena de desclassificação da proposta.*

Os fatores A e B são dados pelas seguintes expressões:

$A = (12 . Cd + 8760 . Ce) . FVP/1000$

$B = (12 . Cd + 8760 . Ce . Fp) . FVP/1000$

$FVP = [(1 + i)^n - 1] / [(i.(1 + i)^n]$

Sendo:

FVP = fator de valor presente.
Cd: tarifa de demanda na classe de tensão à qual o transformador será conectado (R$/kWmês).
Ce: tarifa de consumo de energia na classe de tensão à qual o transformador será conectado (R$/kWh).

Cd e Ce: são as tarifas de demanda e consumo, na classe de tensão à qual está conectado o transformador e, deverão ser obtidas no boletim de tarifa da CELG D, na data de abertura da proposta.

$Fp = (1 - k).Fc^2 + k.Fc$ (Fator de Perdas)

onde:

Fc = 0,70 (fator de carga típico de transformadores de distribuição da CELG D).
k = 0,20
n = 20 (vida útil estimada do transformador, em anos).

i = 12% (taxa efetiva de juros anual).

Os cálculos deverão ser desenvolvidos por intermédio do programa computacional ANET, o qual estabelecerá automaticamente a ordem de classificação dos proponentes, para tanto consultar o respectivo manual de instruções ou o ajuda do próprio programa.
Os valores de perdas no ferro e em carga, garantidos pelo fabricante em sua proposta, deverão constar do CFM.

I - 2 Penalidades Por Desempenho Inferior ao Garantido

Quando a média dos valores de perdas obtidos nos ensaios de recebimento for maior que os valores garantidos pelo fabricante em sua proposta todo o lote deverá ser recusado.

A critério único e exclusivo da CELG D, lotes de transformadores com perdas superiores às garantidas na proposta poderão ser aceitos, desde que o preço ofertado seja reduzido, aplicando-se as seguintes condições:

1) com base na média das perdas no ferro e em carga encontrada nos ensaios de recebimento fazer nova avaliação de perdas com base na metodologia ANET;
2) o preço final a ser pago ao fabricante será o seguinte:

$Cp = Pr. - ANETprop \cdot Prp$

onde:

$$Pr\,p = \left(\frac{ANETrec}{ANETprop} - 1 \right) x100 \ (\%)$$

onde:

Cp = valor final a ser pago ao fabricante (R$);
Pr = preço ofertado (R$);
ANETprop = valor presente do transformador calculado com base nos dados de perdas e preço ofertado, constantes da proposta (R$);
ANETrec = valor presente do transformador levando em consideração as perdas medidas nos ensaios de recebimento (R$);
Prp = percentual de redução devido a perdas superiores às garantidas (%).

Nota:

Em hipótese alguma o fornecedor receberá por desempenho acima do garantido em contrato.

ANEXO I

ROMANEIO PADRÃO COM NUMERAÇÃO PATRIMONIAL E SERIAL

CT		Data de Fabricação	Marca	Número de Fases	Quant. de Taps	Variação de Tap (V)	Tap Ligado	Tensão Primária (V)	Tensão Sec (V)	Potência (kVA)	Data da Compra	Volume de óleo (l)	Massa (kg)	Número de Série

Notas:

1) Os campos onde constem datas deverão estar no formato DDMMAA (dia, mês e ano).

2) O campo número de série pode ser alfanumérico.

3) Em todos os campos, exceto número de série, o preenchimento de zeros à esquerda é obrigatório.

4) Deve ser enviado conforme modelo e ordenação de dados constantes deste anexo, em formato de planilha eletrônica ou txt.

ALTERAÇÕES NA NTC-28

Item	Data	Item da norma	Revisão	Título
1	JUL/14	2	2	Normas e documentos complementares
2		4.1.1		Condições Normais
3		4.3		Garantia
4		4.4		Embalagem
5		4.5		Desenhos, Catálogos e Manuais a Serem Enviados Juntamente com a Proposta
6		4.5.2		Desenho Dimensional
7		4.5.3		Documentos Complementares
8		4.9		Aprovação de Protótipos
9		5.8		Nível de Ruído
10		6.2		Características do Óleo Isolante
11		6.11.2		Enrolamentos
12		7.7		Perdas
13		7.8		Corrente de Excitação
14		7.10		Tensão de Radiointerferência
15		8		Inspeção e Ensaios
16		8.1		Generalidades
17		8.2		Ensaios de Rotina
18		8.7		Relatórios de Ensaios
19		9		Apresentação de Proposta, Aprovação de Documentos e de Protótipos
20		9.1		Geral
21		9.3		Aprovação de Protótipos
22		Tabela 3		Valores Garantidos de Perdas, Corrente de Excitação e Tensão de Curto-Circuito
23		Tabela 7		Níveis de Ruído para Transformadores Imersos em Óleo
24		Tabela 10		Especificação do Óleo Isolante Após Contato com o Equipamento
25		Desenho 9		Inserido na placa o espaço para identificação do material utilizado na fabricação dos enrolamentos
26		Anexo C		Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas
27		Anexo I		Romaneio Padrão com Numeração Patrimonial e Serial